

Université Hadj Lakhdar – Batna

Institut de Génie Civil, d’Hydraulique et d’Architecture

Département d’Architecture

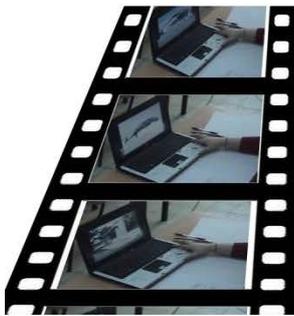
Laboratoire d’étude et de modélisation des phénomènes architecturaux et urbains, de l’idée à l’usage (LEMPAU)

Mémoire de Magistère en Architecture

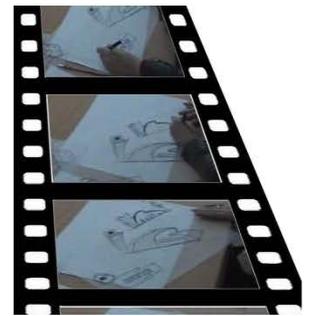
Option : Conception architecturale

Présenté par
DJARI Chahinez

En vue d’obtenir le diplôme de Magistère en architecture



L’IMPACT D’IMAGES ISSUES D’INTERNET SUR LA GENESE DE L’IDEE ARCHITECTURALE.



**Sous la direction de monsieur le professeur ARROUF Abdelmalek
Département d’architecture, Université de Batna**

Mémoire soutenu le 16 mars 2015

Devant le jury composé de

Pr. Zemmouri Nouredine	Professeur	Université de Biskra	Président
Pr. Arrouf Abdelmalek	Professeur	Université de Batna	Rapporteur
Dr. Benabbes Moussadek	MCA	Université de Biskra	Examineur
Dr. Boulakroune Hadia	MCA	Université d’Annaba	Examineur

Mars 2015

Résumé

Ce travail s'inscrit au sein des études empiriques de l'activité de conception et s'intéresse au contenu actif du processus de conception architecturale. Il cherche à identifier et à mesurer la relation qui lie genèse de l'idée et visualisation d'images de précédents architecturaux, en amont du travail de conception et tout particulièrement les images issues d'internet. Son objectif est de comprendre le mode opératoire et la logique de cette relation.

Pour arriver à ses fins, cette étude utilise la méthode d'analyse des recueils d'observation, qui se déploie en deux moments. Le premier est celui de la collecte des données par le biais d'un travail empirique. Il produit les recueils d'observation. Le deuxième moment, commence par la description, qui traduit les recueils d'observation en recueils d'analyse. Ceux-ci sont soumis à une analyse qui mesure l'impact de la visualisation d'images de précédents sur le processus de genèse de l'idée, sur l'originalité des conceptions produites et les modalités de cet impact.

Les résultats montrent que l'impact de la visualisation d'images sur le processus de genèse de l'idée architecturale, consiste dans l'augmentation de la productivité, de l'homogénéité et de la créativité du processus de genèse de l'idée. En plus de l'économie temporelle qui touche à la fois au temps total du processus de genèse de l'idée, au temps nécessaire à l'émergence de l'idée conceptuelle et au temps nécessaire à l'émergence de l'idée morphique.

Ces impacts sur le processus, se répercutent également sur les conceptions produites. La visualisation d'images de précédents suscite des filiations idéelles exhaustives et exclusives, ainsi que des filiations morphiques structurelles et plastiques, des conceptions produites aux images de précédents. Elle augmente par ailleurs l'originalité des conceptions produites.

Mots clés : Processus de conception architecturale, genèse de l'idée, analyse des recueils d'observation, images de précédents, visualisation d'images, internet, filiation idéelle, filiation morphique, originalité, activité de conception, modèle sémio-morphique du processus de conception.

ملخص

تندرج هذه الدراسة تحت خانة البحوث التجريبية التي تدرس عملية التصميم المعماري و تهتم بمحتواها التفكيرى الفاعل . يهدف هذا البحث إلى معرفة و قياس العلاقة التي تربط بين بروز الفكرة المعمارية و تبلورها و عملية الإطلاع على صور معمارية في بداية عملية التصميم. و هو يصبو إلى فهم آليات هذه العلاقة و ميكانزماتها العقلية مستندا إلى حالة الصور المستمدة من شبكة الإنترنت.

لتحقيق غايتها، تستخدم هذه الدراسة منهجية تحليل البروتوكول (Protocol Analysis). و ينقسم هذا البحث إلى مرحلتين تتضمن أولاهما جمع المعطيات عن طريق عمل تجريبي بينما تهتم الثانية بترجمتها إلى رموز و شرائح ليتم إستخدامها في تحديد مدى تأثير الصور على العملية التصميمية. و يتم ذلك على مستويين :مستوى إنشاء الفكرة بمحتواه العملياتي الفاعل ومستوى نوعية الأفكار المنتجة .

أظهرت الدراسة وجود تأثير واضح لمشاهدة صور معمارية على عملية بروز و تبلور الفكرة المعمارية. و يتمثل ذلك في زيادة فاعلية هذه العملية و تحسين تناسقها و زيادة درجة إبداعها. كما تسمح هذه المشاهدة بتوفير وقت التصميم و لاسيما المدة اللازمة لتبلور الفكرة المعمارية و المدة اللازمة لظهور فكرة التصميم و المدة اللازمة لظهور بذرة الشكل الأولى.

هذه التأثيرات الطارئة على عملية بروز و تبلور الفكرة المعمارية تمتد أيضا إلى التصاميم المنتجة. بحيث أن مشاهدة صور لتصاميم سابقة تؤدي إلى ظهور ترابط فكري(عام و خاص) و ترابط مورفولوجي (هيكلي و بلاستيكي) بين التصاميم المنتجة و الصور المشاهدة كما ترفع من درجة إبداع التصاميم المنتجة .

و تظهر الترابطات المدروسة أن كلا من الترابط الفكري و الترابط المورفولوجي يتعلقان بمدة بروز و تبلور الفكرة المعمارية و كذا درجة إبداع الأفكار المنتجة . بينما وحده الترابط المورفولوجي البلاستيكي يقلل من مدة بروز و تبلور الفكرة المعمارية و المدة اللازمة لظهور فكرة التصميم ودرجة إبتكار الفكرة المنتجة.

الكلمات المفتاحية : عملية التصميم المعماري ، نشأة الفكرة ، تحليل البروتوكول ، صور معمارية، مشاهدة الصور، شبكة الإنترنت ، الترابط الفكري ، الترابط المورفولوجي ،النموذج السيميوي-مورفولوجي لعملية التصميم ، الإبداع.

Abstract

This piece of work is an empirical and investigative study of the architectural design process. It focuses on the link between its active part and images of precedents when visualized by the designer at the beginning of his design activity. It aims to identify and measure the impact of such visualization on the process of idea generation.

To achieve its goal, this study uses the protocol analysis method and the semio-morphic model of design process. It performs a three-leveled analysis where the first level measures the effect of visualization on the process of idea generation. The second level measures the modalities of this effect. And finally, the last one measures its outcome on the originality of the produced designs.

The results show that images' viewing enhances the productivity, consistency and creativity of the process of idea generation. It affects its global time length and the time required for the emergence of both conceptual and morphic ideas. Furthermore, it arouses ideational and morphic filiations of the produced design to the viewed images and improves its originality.

Keywords: Architectural Design Process, The Process of Idea Generation, Protocol Analysis, Internet, Originality, Visualization of Images of Precedents, Ideational Filiation, Morphic Filiation, Semio-morphic Model of the Design Process, Empirical study, Investigative Study, Cognitive Content of Designing Activity, Designing Activity, Design Actions.

Remerciements

En premier lieu, je remercie mon directeur de mémoire monsieur le professeur Arrouf Abdelmalek, pour avoir accepté de diriger ce travail de recherche, et pour ses connaissances et ses orientations précieuses.

Merci également aux membres de jury, qui ont accepté d'être présents pour l'évaluation de mon travail.

Je tiens à remercier et, du fond du cœur, mes parents pour leur aide et leurs encouragements, sans lesquels je ne pouvais aller de l'avant. Je remercie également mon mari pour sa patience et son appui, ainsi que mon frère Raouf, ma sœur Sarra, ma belle-sœur Hasna et ma belle-famille.

Enfin, je remercie mes princesses « Miral » et « Sirine » pour la dose de bonheur quotidienne qui me recharge les batteries.

JE DEDIE CE TRAVAIL
A MES CHERS PARENTS,
A MON MARI
ET A MES FILLES.

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE	1
1. INTRODUCTION.....	1
2. LE PROJET DU MEMOIRE.....	1
3. CONTEXTE.....	2
A. INSCRIPTION EPISTEMOLOGIQUE	2
B. INSCRIPTION PARADIGMATIQUE	2
4. HYPOTHESES	3
5. OBJECTIFS	3
6. METHODOLOGIE	4
A. CONSTATS SUR L'ETAT DE L'ART.....	4
7- STRUCTURE DU MEMOIRE.....	6
PREMIER CHAPITRE: LA METHODOLOGIE DE RECHERCHE.....	7
INTRODUCTION.....	7
I- QU'EST CE QUE « L'ANALYSE DES RECUEILS D'OBSERVATION» ?	7
1) DEFINITION.....	7
2) APERÇU HISTORIQUE.....	9
II- LES APPROCHES D'ANALYSE DES RECUEILS D'OBSERVATION	10
1) L'APPROCHE ORIENTEE-PROCESSUS.....	10
2) L'APPROCHE ORIENTEE-CONTENU.....	11
III- LES MOMENTS D'ANALYSE DES RECUEILS D'OBSERVATION	12
III-I- ELABORATION DES RECUEILS D'OBSERVATION	12
LE PROTOCOLE EXPERIMENTAL.....	12
1) LA COLLECTE DES DONNEES	12
A) LA COLLECTE DES DONNEES VERBALES	12
a.1. La technique des protocoles simultanés.....	12
a.2. La technique des protocoles rétrospectifs.....	13
B) LA COLLECTE DES DONNEES NON VERBALES.....	15
2) L'EXPERIENCE.....	15
A. L'ENONCE DE CONCEPTION.....	15
B. LE CORPUS.....	16
C. LE DEROULEMENT DE L'EXPERIENCE.....	17
III-II- L'ANALYSE DES RECUEILS D'OBSERVATION	18
INTRODUCTION	18
III-II-I- DESCRIPTION DES DONNEES RECUEILLIES	18

A.	LA SEGMENTATION	18
1)	DEFINITION.....	18
2)	LES MODALITES DE SEGMENTATION.....	19
3)	PROCEDURE DE SEGMENTATION	20
B.	LA CODIFICATION	22
1)	DEFINITION.....	22
2)	MODELE DE CODIFICATION.....	22
2-1)	LE MODELE SEMIO-MORPHIQUE DE L'ACTIVITE DE CONCEPTION.....	25
2-2)	LE MODELE DE CODIFICATION D'ARROUF	28
A)	LES ONZE CATEGORIES INFORMATIONNELLES DU MODELE DE CODIFICATION	28
3)	PROCEDURE DE CODIFICATION	36
C.	LA REPRODUCTIBILITE DE LA CODIFICATION.....	38
1)	LA METHODE DELPHI	39
2)	LA METHODE DELFT.....	40
3)	LA METHODE DES DEUX CODIFICATIONS SUCCESSIVES	40
III-II-II-	LE TRAITEMENT DES DONNEES	41
TABLEAU	RECAPITULATIF	42
IV-	PROTOCOLE D'ANALYSE.....	44
CONCLUSION	49
 DEUXIEME CHAPITRE : L'ANALYSE DES RECUEILS D'OBSERVATION		50
INTRODUCTION	50
I-	ELABORATION DES RECUEILS D'OBSERVATION	50
1)	PRESENTATION DE L'EXPERIENCE	50
A.	L'ENONCE DE CONCEPTION.....	51
A.	LES IMAGES DE PRECEDENTS	51
A1.	LES IMAGES DE PRECEDENTS DANS LA LITTERATURE	51
A.2.	LES IMAGES DE PRECEDENTS DANS NOTRE RECHERCHE.....	52
•	ENONCE DE CONCEPTION ET IMAGES DE PRECEDENTS POUR L'EXERCICE PRELIMINAIRE.....	53
•	ENONCE DE CONCEPTION ET IMAGES DE PRECEDENTS POUR L'EXPERIENCE REELLE	54
B.	LE CORPUS.....	54
C.	LE DEROULEMENT DE L'EXPERIENCE	55
A.	ACCUEIL, PRESENTATION DE L'ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL ET EXPLICATION DE L'EXPERIENCE	56
•	LA TECHNIQUE DE VERBALISATION UTILISEE	58
•	LES TACHES DE CONCEPTIONS	58
B.	LES MOMENTS DE L'EXPERIENCE.....	58
B-1-	L'EXERCICE PRELIMINAIRE	58
•	EVALUATION DE LA PERFORMANCE LORS DE L'EXPERIENCE PRELIMINAIRE.....	60
B-2-	L'EXPERIENCE REELLE	61
2)	LES RECUEILS OBTENUS	63
2-1-	LA SELECTION DES RECUEILS D'OBSERVATION A ETUDIER	63

II- L'ANALYSE DES RECUEILS D'OBSERVATION	65
A- LA DESCRIPTION DES DONNEES ISSUES DES RECUEILS D'OBSERVATION	65
1) LA TRANSCRIPTION DES DONNEES COLLECTEES	65
2) LA SEGMENTATION	66
3) LA CODIFICATION	66
B- LE TRAITEMENT DES RECUEILS DE DESCRIPTION	68
1- QUANTIFICATION DES DEUX RECUEILS DE DESCRIPTION	68
2- ELIMINATION DE L'EFFET DE TAILLE ET REDUCTION BINAIRE	69
3- IDENTIFICATION DES CHAINES PRIMITIVES DU PROCESSUS	70
III- L'ANALYSE DES RECUEILS DE DESCRIPTION	71
I- MESURE DU DEGRE D'INFLUENCE DE LA VISUALISATION D'IMAGES DE PRECEDENTS SUR LE PROCESSUS DE GENESE DE L'IDEE	71
➤ DEFINITION DE L'IDEE	71
➤ DEFINITION DE LA GENESE DE L'IDEE	73
➤ IMPACT DES DEFINITIONS SUR NOTRE RECHERCHE	73
I-I-1- LE DEGRE D'INFLUENCE DE LA VISUALISATION D'IMAGES DE PRECEDENTS SUR LA PRODUCTIVITE DU PROCESSUS	75
I-I-1-1- L'EFFICIENCE DU PROCESSUS	75
I-I-1-1-1- LA LONGUEUR DU CHEMIN DE CONCEPTION	77
I-I-1-1-2- LES ACTIONS DE CONCEPTION INVESTIES	78
I-I-1-1-2-A- LA SOLLICITATION ET LA QUANTITE DES ACTIONS INVESTIES	78
A-1) LA SOLLICITATION DES ACTIONS DE CONCEPTION INVESTIES	79
A-2) LA QUANTITE DES ACTIONS DE CONCEPTION INVESTIES	82
A- LES FREQUENCES DES ACTIONS DE CONCEPTION INVESTIES AU SEIN DES DEUX PROCESSUS	83
B- LES MOYENNES DES FREQUENCES D'OCCURRENCE DES ACTIONS INVESTIES DANS LES DEUX PROCESSUS	85
I-I-1-1-2- B- LA DUREE DES ACTIONS INVESTIES	86
B-1) LA DUREE DES SEGMENTS DES DEUX PROCESSUS	87
A-CLASSEMENT DES DUREES DES SEGMENTS DE CHACUN DES DEUX PROCESSUS	89
a-1- Elaboration des fourchettes des durées des segments	89
a-2- Le classement des durées des segments dans chaque processus	90
a-3- Les moyennes des fourchettes des durées des segments dans chaque processus	91
B-2) LA DUREE DES CATEGORIES D' ACTIONS DE CONCEPTION DU MODELE SEMIO- MORPHIQUE	94
I-1-2- L'EFFICACITE DU PROCESSUS	98
I-II- LE DEGRE D'INFLUENCE DE LA VISUALISATION D'IMAGES DE PRECEDENTS SUR LA MORPHOLOGIE DU PROCESSUS	102
I-II-1- LA MORPHOLOGIE DU PROCESSUS	103
I-II-2- L'ORDRE DE SOLLICITATION DES DIFFERENTES CATEGORIES D' ACTIONS	106
I-III- LE DEGRE D'INFLUENCE DE LA VISUALISATION D'IMAGES DE PRECEDENTS SUR LA CREATIVITE DU PROCESSUS	115

I-III-1-LE DEGRE DE CREATIVITE DU PROCESSUS	116
I-III-2-LE POSITIONNEMENT DES CHAINES PRIMITIVES PAR RAPPORT AU PROCESSUS.....	119
I-III-3- L'ORDRE D'APPARITION DES CHAINES PRIMITIVES.....	120
II- MESURE DES MODALITES D'INFLUENCE DE LA VISUALISATION D'IMAGES DE PRECEDENTS SUR LE PROCESSUS DE GENESE DE L'IDEE	125
II-I- COMPRENDRE LES MODALITES TEMPORELLES D'INFLUENCE DE LA VISUALISATION D'IMAGES DE PRECEDENTS SUR LE PROCESSUS DE GENESE DE L'IDEE.....	126
II-I-I- INFLUENCE DE LA VISUALISATION D'IMAGES DE PRECEDENTS SUR LA DUREE TOTALE DU PROCESSUS DE GENESE DE L'IDEE (T1)	127
II-I-II- INFLUENCE DE LA VISUALISATION D'IMAGES DE PRECEDENTS SUR LE TEMPS NECESSAIRE A L'EMERGENCE DE L'IDEE SEMIQUE	129
II-I-III- INFLUENCE DE LA VISUALISATION D'IMAGES DE PRECEDENTS SUR LE TEMPS NECESSAIRE A L'EMERGENCE DE L'IDEE MORPHIQUE	133
A- LES SEGMENTS QUI PRECEDENT L'EMERGENCE DE L'IDEE MORPHIQUE	137
B- LES CHAINES PRIMITIVES QUI PRECEDENT L'EMERGENCE DE L'IDEE MORPHIQUE	137
C- LES CATEGORIES D'ACTIONS QUI PRECEDENT L'EMERGENCE DE L'IDEE MORPHIQUE.....	139
D- LES ACTIONS DE CONCEPTION ABSTRAITE QUI PRECEDENT L'EMERGENCE DE L'IDEE MORPHIQUE	140
II- II- MESURE DES MODALITES DE FILIATION ENTRE LES IMAGES DE PRECEDENTS ET LES CONCEPTIONS PRODUITES.....	143
II-II-I- LA FILIATION IDEELLE	144
II-II-I-I-MESURE DE LA FILIATION IDEELLE	144
COMPRENDRE LES MODALITES DE FILIATION ENTRE LES IMAGES DE PRECEDENTS ET LES CONCEPTIONS PRODUITES.....	144
II-II-I-I-1- LA CLASSIFICATION IDEELLE DES IMAGES VISUALISEES ET DES CONCEPTIONS PRODUITES	145
A- DETERMINATION DE L'IDENTITE IDEELLE.....	145
a-Détermination de l'identité idéelle des images de précédents visualisées	146
b-Détermination l'identité idéelle des conceptions produites	147
B- CATEGORISATION DES IDEES	148
B-1- ELABORATION DES CATEGORIES IDEELLES DE CLASSIFICATION	148
C- LA CODIFICATION	151
D- CLASSIFICATION IDEELLE	152
a-Définition de la Classification hiérarchique ascendante.....	152
b-Application de la Classification hiérarchique ascendante	153
II-II-I-II- NATURE DES FILIATIONS IDEELLES DES CONCEPTIONS PRODUITES	156
A- LA FILIATION IDEELLE EXHAUSTIVE.....	160
B- LA FILIATION IDEELLE EXCLUSIVE	163
II-II-I-III-FILIATIONS IDEELLES ET TEMPORALITE DE LA GENESE DE L'IDEE.....	170
A- LE TEMPS TOTAL DU PROCESSUS DE GENESE DE L'IDEE (T1).....	170
B- LE TEMPS DE VISUALISATION DES IMAGES (TV)	172
C- LE TEMPS CONSOMME AVANT L'IDENTIFICATION DE L'IDEE CONCEPTUELLE (TC)	172

II-II-II- LA FILIATION MORPHIQUE	175
II-II-II-I- MESURE DE LA FILIATION MORPHIQUE.....	175
II-II-II-I-1- LA METHODE D'ANALYSE MORPHOLOGIQUE.....	175
A) PRESENTATION DE L'ANALYSE MORPHOLOGIQUE	175
B) LES ETAPES DE L'ANALYSE MORPHOLOGIQUE	176
B-1) ANALYSE ET SEGMENTATION.....	177
B-2) MODELISATION STRUCTURALE.....	177
II-II-II-I-2- L'ANALYSE MORPHOLOGIQUE DES IMAGES DE PRECEDENTS ET DES CONCEPTIONS PRODUITES PAR LE GROUPE DE CONCEPTION AVEC VISUALISATION.....	178
A) ANALYSE ET SEGMENTATION.....	178
1) PRESENTATION DU CORPUS.....	178
1-A) THEMATISATION DE L'ANALYSE	179
2) LA SEGMENTATION DES SPECIMENS	179
2-A) L'HOMOLOGIE.....	180
3) LA STRUCTURE MORPHOLOGIQUE.....	181
3-A) LA CODIFICATION/ NOTATION SYMBOLIQUE.....	182
4) LA CLASSIFICATION HIERARCHIQUE ASCENDANTE DES DONNEES MORPHIQUES	184
II-II-II-II- NATURE DE LA FILIATION MORPHIQUE	185
A) LA FILIATION STRUCTURELLE	187
B) LA FILIATION PLASTIQUE	194
II-II-II-III-FILIATION MORPHIQUE ET TEMPORALITE DE LA GENESE DE L'IDEE.....	196
A) FILIATIONS MORPHIQUES STRUCTURELLES ET TEMPORALITE DE LA GENESE DE L'IDEE.....	196
A) LE TEMPS TOTAL DE GENESE DE L'IDEE (T1)	196
B- LE TEMPS CONSOMME AVANT L'IDENTIFICATION DE L'IDEE CONCEPTUELLE (TC)	197
B) FILIATION MORPHIQUE PLASTIQUE ET TEMPORALITE DE GENESE DE L'IDEE.....	197
A) LE TEMPS TOTAL DE GENESE DE L'IDEE (T1)	197
B- LE TEMPS CONSOMME AVANT L'IDENTIFICATION DE L'IDEE CONCEPTUELLE (TC)	198
 II-II-III- DETERMINER LA RELATION ENTRE LES DEUX MODALITES DE FILIATIONS	200
 III- MESURE DE LA RELATION ENTRE LA VISUALISATION D'IMAGES DE PRECEDENTS ET L'ORIGINALITE DES CONCEPTIONS PRODUITES	204
1) CLASSEMENT DES PRODUCTIONS GRAPHIQUES SELON LEUR ORIGINALITE	205
A. L'ANALYSE DE PREFERENCE.....	206
2) ORIGINALITE ET TEMPORALITE DE GENESE DE L'IDEE	207
3) ORIGINALITE ET FILIATIONS IDEELLES	208
4) ORIGINALITE ET FILIATIONS MORPHIQUES	210
 IV- RENDEMENT ET APPRENTISSAGE	214
IV-I- LE RENDEMENT.....	214
IV- II- L'APPRENTISSAGE	216
A) L'APPRENTISSAGE IDEEL.....	216
A-1- INTELLIGENCE DE LA FILIATION IDEELLE.....	219
A-2- APPRENTISSAGE IDEEL ET TEMPS NECESSAIRE A L'EMERGENCE D'UNE IDEE CONCEPTUELLE (TC)	221
B) L'APPRENTISSAGE MORPHIQUE	221

B-1- APPRENTISSAGE MORPHIQUE ET IMAGES DE PRECEDENTS	224
B-2- APPRENTISSAGE MORPHIQUE ET TEMPS NECESSAIRE A L'EMERGENCE DE L'IDEE MORPHIQUE (T M)	225
C- APPRENTISSAGE ET TEMPS DE VISUALISATION DES IMAGES DE PRECEDENTS (TV)	226
CONCLUSION.....	228

CONCLUSION GENERALE 231

1) LES APPORTS DU MEMOIRE	231
A) APPORTS METHODOLOGIQUES	231
B) APPORTS DE CONNAISSANCE	232
I- LE DEGRE D'INFLUENCE DE LA VISUALISATION D'IMAGES DE PRECEDENTS SUR LE PROCESSUS DE GENESE DE L'IDEE.....	232
II- LES MODALITES D'INFLUENCE DE LA VISUALISATION D'IMAGES DE PRECEDENTS SUR LE PROCESSUS DE GENESE DE L'IDEE ET SUR LES CONCEPTIONS PRODUITES.....	233
III- L'ORIGINALITE DES CONCEPTIONS PRODUITES ET LA VISUALISATION D'IMAGES DE PRECEDENTS	235
2) LES RESULTATS CONTINGENTS.....	235
3) LIMITES DE LA RECHERCHE.....	236
4) PERSPECTIVES.....	237

BIBLIOGRAPHIE239

Tables et illustrations

Liste des tableaux

Tableau 1: Les quatre méthodes pour l'analyse empirique de l'activité de conception (Arrouf, 2007).	5
Tableau 2: Les avantages, les inconvénients et les remèdes aux inconvénients des protocoles simultanés.	13
Tableau 3: Les avantages, les inconvénients et les remèdes aux inconvénients des protocoles rétrospectifs.	14
Tableau 4: Les deux dimensions de navigation du concepteur dans l'espace problème (Gero, 1998).	22
Tableau 5: « Macro-stratégie » (Gero, 1998).	23
Tableau 6: « Micro-stratégie » (Gero, 1998).	23
Tableau 7: Les différentes catégories d'action selon Suwa, Gero et Purcell, 1998 d'après Arrouf (2012).	24
Tableau 8: Modèle de codification des recueils d'observation, contenu du descripteur PE (Arrouf, 2006 ; 2012).	28
Tableau 9: Modèle de codification des recueils d'observation, contenu du descripteur RE (Arrouf, 2006 ; 2012).	29
Tableau 10: Modèle de codification des recueils d'observation, contenu du descripteur CA (Arrouf, 2006 ; 2012).	30
Tableau 11: Modèle de codification des recueils d'observation, contenu du descripteur CAS (Arrouf, 2006 ; 2012).	31
Tableau 12: Modèle de codification des recueils d'observation, contenu du descripteur FS (Arrouf, 2006 ; 2012).	31
Tableau 13: Modèle de codification des recueils d'observation, contenu du descripteur PI (Arrouf, 2006 ; 2012).	32
Tableau 14: Modèle de codification des recueils d'observation, contenu du descripteur RI (Arrouf, 2006 ; 2012).	33
Tableau 15: Modèle de codification des recueils d'observation, contenu du descripteur RCI (Arrouf, 2006 ; 2012).	33
Tableau 16: Modèle de codification des recueils d'observation, contenu du descripteur CM (Arrouf, 2006 ; 2012).	34
Tableau 17: Modèle de codification des recueils d'observation, contenu du descripteur FM (Arrouf, 2006 ; 2012).	35
Tableau 18: Modèle de codification des recueils d'observation, contenu du descripteur CR (Arrouf, 2006 ; 2012).	36
Tableau 19: Extrait du tableau de segmentation/codification (Gero & Mc Neill, 1998)	37
Tableau 20: Extrait du tableau de segmentation/ codification (Arrouf, 2006).	38
Tableau 21: Tableau récapitulatif des moments et procédures de la méthode d'analyse adoptée par ce travail.	42
Tableau 22: Le déroulement des différentes étapes de l'expérience pour les deux groupes de sujets concevants.	55

Tableau 23: Modèle de description (extrait de l'arbitrage de codification de (SV1)).	66
Tableau 24: Modèle de description (extrait de l'arbitrage de codification de (AV2)).	67
Tableau 25: Le nombre de segments par passage de description.	68
Tableau 26: Extrait du tableau de fréquence des catégories d'actions du recueil (SV1).	68
Tableau 27: Extrait du tableau des fréquences des catégories d'actions du recueil (AV2).	69
Tableau 28: Extrait du tableau d'occurrence des catégories d'actions du recueil (SV1).	69
Tableau 29: Extrait du tableau d'occurrence des catégories d'actions du recueil (AV2).	70
Tableau 30: Extrait du tableau d'occurrence des chaînes primitives de (SV1).	70
Tableau 31: Extrait du tableau d'occurrence des chaînes primitives de (AV2).	70
Tableau 32 : Extrait du tableau des durées des segments de (SV1).	87
Tableau 33: Extrait du tableau des durées des segments de (AV2).	88
Tableau 34: La moyenne de durée des segments de SV1 et AV2.	89
Tableau 35 : Le classement des durées des cinq premiers segments de (SV1).	90
Tableau 36 : Le classement des durées des cinq premiers segments de (AV2).	90
Tableau 37: Le classement des durées des dix premières chaînes primitives de (SV1).	92
Tableau 38: Le classement des durées des dix premières chaînes primitives de (AV2).	92
Tableau 39 : Le pourcentage relativise le nombre de chaînes primitives au nombre total des chaînes d'actions mises en œuvre dans les segments du processus.	116
Tableau 40: Les chaînes primitives communes aux deux recueils SV1 et AV2.	123
Tableau 41: Extrait du tableau récapitulatif de la nature idéale des images de précédents, fourni par les membres du jury N°1.	147
Tableau 42: Extrait du document modèle de catégorisation des idées.	150
Tableau 43: Extrait du tableau de catégorisation idéale fourni par le jury N°2	150
Tableau 44: Extrait du tableau de catégorisation idéale finale.	151
Tableau 45: Exemple de codification idéale de l'image N°1.	152
Tableau 46: Extrait du tableau d'occurrence des idées par images.	152
Tableau 47: Tableau d'occurrence des catégories d'idées de la classe de filiation idéale N°6.	160
Tableau 48 : Extrait du tableau d'occurrence des idées, par image, de la classe N°6.	164
Tableau 49 : les segments de chaque sous-système morphique obtenu.	180
Tableau 50: les segments de chaque sous-système morphique obtenu.	182
Tableau 51: Exemple de codification de l'image N° 77.	183
Tableau 52: Extrait du tableau objet/attribut du sous-système N°3, pris à titre d'exemple.	184
Tableau 53: Extrait du tableau objet/attribut des configurations des segments par images, de la classe d'images N°6.	187
Tableau 54: Tableau objet/attribut des segments par images de la classe d'images N°6.	188
Tableau 55: Les segments du sous-système morphique N°1, présents dans la classe d'images N°6.	189
Tableau 56: Les segments du sous-système morphique N° 1, présents dans la classe d'images N°8.	191
Tableau 57: Les segments du sous-système morphique N° 4	193
Tableau 58: Les filiations plastiques de la conception AV2.	194
Tableau 59: Les conformations de segments affiliés plastiquement à la conception AV2.	195
Tableau 60: Les images affiliées idéellement et morphiquement à chacune des conceptions produites par le groupe de conception avec visualisation.	201
Tableau 61: Le classement des différentes productions graphiques selon les cinq membres du jury N°2.	206

Tableau 62: Le classement final de l'originalité de l'ensemble des conceptions produites, obtenu par WAD..... 206

Liste des figures

Figure 1: La relation entre technique de collecte des données verbales et le déroulement de l'expérience.	14
Figure 2: Les moments de l'analyse des recueils d'observation.	18
Figure 3: Extrait de la transcription du protocole d'architecte expert (Suwa et al, 1998).....	20
Figure 4: Le modèle sémio-morphique de l'activité de conception (Arrouf, 2006 ; 2012).	27
Figure 5: Extrait du texte de codification (Suwa & al, 1998)	37
Figure 6: La méthode Delphi d'après Mc Neill, Gero & Warren, 1998.	39
Figure 7: La méthode Delft d'après Gero & Mc Neill, 1998.	40
Figure 8: La méthode des codifications successives d'après Suwa & al, 2001.....	41
Figure 9: Les moments et procédures de description des recueils d'observation, adoptés par cette étude.	44
Figure 10: Le protocole d'analyse.	48
Figure 11 : Enoncés de conception de l'exercice préliminaire des deux groupes de conception.	53
Figure 12: Enoncés de conception de l'expérience réelle des deux groupes.	54
Figure 13: Photo prise lors de la présentation de l'environnement de travail et l'explication de l'expérience à un sujet du groupe N°1.	56
Figure 14: Environnement de travail pour les deux situations (en haut groupe 1, et en bas groupe 2)	57
Figure 15: Captures des caméras N°1 et N°2, cas du groupe de conception avec visualisation d'images de précédents.....	58
Figure 16: Extrait des enregistrements de l'expérience préliminaire du groupe 1.....	59
Figure 17: Extrait des enregistrements de l'expérience préliminaire du groupe 2.....	60
Figure 18: Extrait des enregistrements de l'expérience réelle du groupe 1.	61
Figure 19: Extrait des enregistrements de l'expérience réelle du groupe 2.	62
Figure 20: Les deux recueils issus des deux situations de conception, sélectionnés pour l'analyse. ...	64
Figure 21: Extrait de la transcription des données verbales et gestuelles de (SV1).	66
Figure 22 : Les étapes du premier niveau de l'analyse.	74
Figure 23: Les moyens de mesure de l'efficacité du processus de genèse de l'idée dans l'activité de conception architecturale.	76
Figure 24: Les volets de mesure de l'efficacité des actions de conception investies.	78
Figure 25: Les moyens de mesure de l'efficacité des actions investies.	79
Figure 26: Les catégories d'actions économisées dans chaque sous-système du modèle sémio-morphique dans le cas d'un processus de conception avec visualisation d'images de précédents.....	82
Figure 27: Les catégories d'actions économisées dans chaque sous-système du modèle sémio-morphique, dans le cas d'un processus avec visualisation d'images de précédents.....	86
Figure 28: Les plans de mesure de la durée des actions de conception, investies dans le processus de conception architecturale.	87
Figure 29: Les durées de temps dominantes pour les catégories d'action de production de sens, dans les deux recueils (SV1) et (AV2).....	95

Figure 30: Les durées de temps dominantes pour les catégories d'action de la navigation, dans les deux recueils (SV1) et (AV2).	96
Figure 31: Les durées de temps dominantes pour les catégories d'action de production morphique, dans les deux recueils (SV1) et (AV2).	97
Figure 32: Les résultats obtenus par les deux niveaux de mesures de l'efficience.....	98
Figure 33: Les moyennes d'occurrence des catégories d'action de la production sémique, dans les chaînes primitives et les autres chaînes, des deux processus (SV1) et (AV2).	100
Figure 34: Les moyennes d'occurrence des catégories d'action de la navigation, dans les chaînes primitives et les autres chaînes, des deux processus (SV1) et (AV2).	101
Figure 35: Les moyennes d'occurrence des catégories d'action de la production morphique, dans les chaînes primitives et les autres chaînes, des deux processus (SV1) et (AV2).	102
Figure 36: Récapitulatif de l'impact de la visualisation d'images de précédents, sur l'ordre de sollicitation des catégories d'actions de la production sémique (PE, RE, CA, CAS, FS).....	110
Figure 37 : Récapitulatif de l'impact de la visualisation d'images de précédents, sur l'ordre de sollicitation des catégories d'actions de la navigation (PI, RI, RCI).	112
Figure 38: Récapitulatif de l'impact de la visualisation d'images de précédents, sur l'ordre de sollicitation des catégories d'actions de la production morphique (FM, CM, CR).	115
Figure 39: Les étapes de l'analyse du degré d'influence de la visualisation d'images de précédents sur la créativité du processus.	116
Figure 40: Récapitulatif des résultats du premier niveau d'analyse : Mesure du degré d'influence de la visualisation d'images de précédents sur le processus de genèse de l'idée.....	124
Figure 41: Les premières conceptions produites par les deux groupes de conception avec et sans visualisation d'images de précédents et concernées par l'analyse de la modalité temporelle.....	126
Figure 42: Les moments d'analyse des modalités temporelles d'influence de la visualisation d'images de précédents sur le processus de genèse de l'idée.	127
Figure 43: Identification des idées conceptuelles et morphiques à partir des extraits de transcription de la verbalisation simultanée, du groupe de conception avec visualisation.....	130
Figure 44: Identification des idées conceptuelles et morphiques à partir des extraits de transcription de la verbalisation simultanée, du groupe de conception sans visualisation.....	131
Figure 45: La modalité temporelle d'influence de la visualisation d'images de précédents sur le processus de genèse de l'idée.....	142
Figure 46: Les premières conceptions qui informent les deux modalités de filiation	143
Figure 47: Les étapes d'analyse des deux modalités de filiation.	144
Figure 48: Les étapes du protocole de classification idéale des images visualisées et des idées produites par l'expérience.	145
Figure 49: Capture d'écran du diaporama des images de précédents, présenté aux membres du jury N°1.	147
Figure 50 : Extraits de la verbalisation du sujet concevant AV2 (à gauche) et de la colonne des idées (à droite).	148
Figure 51: Les six catégories d'idées élaborées par le chercheur.	149
Figure 52: Capture d'écran du réglage du logiciel WAD utilisé dans cette étude pour l'établissement de la classification hiérarchique ascendante.	153
Figure 53: Dendrogramme obtenu par la classification hiérarchique idéale des images et des conceptions produites.....	155

Figure 54: Les images de précédents et les conceptions produites qui composent la classe N°6 de filiation idéale.....	157
Figure 55: Les images de précédents et les conceptions produites qui composent la classe N°7 de filiation idéale.....	158
Figure 56: Les images de précédents et les conceptions produites qui composent la classe N°8 de filiation idéale.....	159
Figure 57: Le pourcentage des différentes catégories d'idées présentes dans les classes d'images N°6, 7 et 8.....	162
Figure 58: Les filiations idéelles exclusives de la conception AV1.	165
Figure 59: Les filiations idéelles exclusives de la conception AV1'.	166
Figure 60: Les filiations idéelles exclusives de la conception AV2.	167
Figure 61: Les filiations idéelles exclusives de la conception AV2'.	167
Figure 62 : Les filiations idéelles exclusives de la conception AV3.	168
Figure 63: Le nombre des idées et le nombre des images par catégorie de filiation idéale exclusive, des trois conceptions (AV1, AV2 et AV3).	169
Figure 64: Modalités idéelles de filiation, dues à la visualisation d'images de précédents.....	174
Figure 65: Exemple d'image visualisée (image N°1 à gauche) et de conception produite par le groupe de conception N°2 (conception AV3 à droite).....	178
Figure 66: Segmentation de l'image N° 77, prise à titre d'exemple.	179
Figure 67: Dendrogramme du sous-système morphique N°1.....	185
Figure 68: Dendrogramme du sous-système morphique N°4.....	185
Figure 69: Extrait du dendrogramme de la structure morphique N°1 pour la classe N°6, illustré par les numéros et les images.....	189
Figure 70: Filiation structurelle de la conception AV2.	190
Figure 71: Extrait du dendrogramme de la structure morphique N°1 pour la classe N°8, illustré par les numéros et les images.....	190
Figure 72: Les filiations structurelles des conceptions AV1 et AV3.	191
Figure 73: Les filiations structurelles de la conception AV2'.	192
Figure 74: Dendrogramme de la structure morphique N°4.	192
Figure 75: Filiation structurelles de la conception AV1'.	193
Figure 76: Les filiations plastiques de la conception AV2.	195
Figure 77: Modalité morphique de filiation, due à la visualisation d'images de précédents.	199
Figure 78: Les deux niveaux de filiations pour chaque modalité de filiation.....	200
Figure 79: Appartenance de chacune des conceptions produites aux classes de filiation idéale et morphique.....	202
Figure 80: Relations des deux modalités de filiation.	204
Figure 81: Les étapes de mesure de la relation entre la visualisation d'images de précédents et l'originalité des conceptions produites.....	205
Figure 82: Les interpénétrations entre les classes des filiations idéelles et morphiques, classées de gauche à droite selon l'originalité des conceptions AV1, AV2, AV3.	213
Figure 83: Synthèse des résultats de la relation entre visualisation d'images de précédents et originalité des conceptions produites.....	213
Figure 84: Les premières et deuxièmes conceptions qui informent les résultats contingents de cette recherche	214
Figure 85: Les modes d'économie de la filiation idéale chez les sujets concevants A1 et A2.	218

Figure 86 : Les classes d'images de la filiation idéale des conceptions produites par les sujets concevants A1 et A2.	219
Figure 87: Les modalités de l'économie de filiation morphique, d'ue à l'apprentissage morphique des sujets concevants A1 et A2.	224
Figure 88: Les classes de filiation morphique des conceptions produites par les sujets concevants A1 et A2.	224
Figure 89: La superposition des classes de filiation idéale et morphique des idées produites par A1 et A2.....	227
Figure 90: L'apprentissage et le rendement, d'us à la visualisation d'images de précédents.....	228

Liste des graphes

Graphe 1: L'utilisation de « l'analyse des recueils d'observation » par différentes disciplines liées a la conception. (Source : Jiang, H. & Yen, C. C, 2009)	9
Graphe 2: Le nombre de publications faites sur la base de la méthodologie de l'analyse des recueils d'observation de 1975 à 2009. (Source : Jiang, H. & Yen, C. C, 2009)	10
Graphe 3: Le nombre de segments, par processus de genèse d'idée, des deux recueils analysés (SV1) et (AV2).....	77
Graphe 4: Les moyennes d'occurrence des onze catégories d'actions dans les recueils d'observations (SV1) et (AV2).	80
Graphe 5: Les sommes totales des fréquences des actions des deux processus.	83
Graphe 6: La somme des fréquences des différentes catégories d'actions des deux recueils (classées de façon décroissante selon les sommes des fréquences chez SV1 et AV2).	84
Graphe 7: La moyenne des fréquences d'occurrence des catégories d'actions dans les deux processus (SV1) et (AV2).	85
Graphe 8: La durée des segments des deux recueils (SV1) et (AV2).....	88
Graphe 9: Les moyennes des fourchettes de durée des segments de (SV1) et de (AV2).	91
Graphe 10 : Les moyennes des fourchettes des durées des chaînes primitives de (SV1) et (AV2).	93
Graphe 11: La morphologie du processus (SV1), illustrée par les phases homogènes et exploratoires.	104
Graphe 12: La morphologie du processus (AV2), illustrée par les phases homogènes et exploratoires.	105
Graphe 13: La distribution de la catégorie d'actions de la perception externe (PE) au long des deux processus (SV1) et (AV2).	107
Graphe 14: La distribution de la catégorie d'actions de la référence externe (RE) au long des deux processus (SV1) et (AV2).	108
Graphe 15: La distribution de la catégorie d'actions de la conception abstraite (CA) au long des deux processus (SV1) et (AV2).	108
Graphe 16: La distribution de la catégorie d'actions de production du sens (CAS), au long des deux processus (SV1) et (AV2).	109
Graphe 17: La distribution de la catégorie d'actions de figuration du sens (FS), au long des deux processus (SV1) et (AV2).	110
Graphe 18: La distribution de la catégorie d'actions de perception interne (PI), au long des deux processus (SV1) et (AV2).	111

Graph 19: La distribution de la catégorie d'actions de référence interne (RI), au long des deux processus (SV1) et (AV2).	111
Graph 20: La distribution de la catégorie d'actions de réutilisation de la référence interne (RCI), au long des deux processus (SV1) et (AV2).	112
Graph 21: La distribution de la catégorie d'actions de figuration morphique (FM), au long des deux processus (SV1) et (AV2).	113
Graph 22: La distribution de la catégorie d'actions de conception morphique (CM), au long des deux processus (SV1) et (AV2).	113
Graph 23: La distribution de la catégorie d'actions d'évaluation (CR), au long des deux processus (SV1) et (AV2).	114
Graph 24: Le pourcentage des chaînes primitives dans les deux processus (SV1) et (AV2).	117
Graph 25: Le pourcentage de temps consommé par les chaînes primitives par rapport au temps total de chaque processus.....	117
Graph 26: Les chaînes primitives spécifiques aux deux recueils (SV1) et (AV2).	118
Graph 27: Le positionnement des chaînes primitives par rapport aux deux recueils, (SV1) et (AV2).	120
Graph 28: L'emplacement des chaînes primitives communes à (SV1) et (AV2) par rapport à la structure profonde de (SV1) et (AV2).	121
Graph 29: Le changement d'emplacement des chaînes communes dans les deux processus.....	122
Graph 30 : L'ordre d'apparition des chaînes primitives communes au sein des deux processus.....	123
Graph 31: Le temps total du processus de genèse de l'idée (T1), consommé pour la genèse d'une seule idée.	128
Graph 32: La durée de temps du processus de genèse de l'idée (T1) des conceptions produites par le groupe de conception avec visualisation, comparée au temps de visualisation des images de précédents (TV) consommé par chaque sujet concevant.....	129
Graph 33: La durée de temps nécessaire à l'émergence de l'idée sémique (T C) pour les différentes conceptions produites.....	132
Graph 34: Le pourcentage du temps total du processus (T1), consommé pour l'identification de l'idée sémique (T C) dans l'ensemble des processus.	132
Graph 35 : La durée de temps consommée avant l'émergence d'une première idée morphique (TM), pour les différentes conceptions produites.	133
Graph 36: Le rapport entre le temps nécessaire à l'émergence de l'idée morphique (T M) et le temps total du processus (T1), de l'ensemble des conceptions produites.....	134
Graph 37: Les deux durées de temps (T C) et (T M) des différentes conceptions produites, classées selon (T M).....	135
Graph 38: Les durées de temps (TV), (TC) et (TM) des conceptions produites par le groupe de conception avec visualisation.....	136
Graph 39: Le nombre de segments qui précèdent l'émergence de l'idée morphique de SV1 et AV2.	137
Graph 40: Le taux des chaînes primitives de la phase pré-morphique, calculé par rapport au nombre total des chaînes primitives du processus.....	138
Graph 41: Le taux des chaînes primitives de la phase pré-morphique.....	139
Graph 42 :Les moyennes d'occurrence des catégories d'actions pour la phase pré-morphique, des deux processus (SV1) et (AV2).....	140

Graphe 43: La moyenne d'occurrence des actions de la conception abstraite (CA) dans la phase qui précède l'émergence de l'idée morphique (CM), dans les deux processus.....	141
Graphe 44: Le nombre d'images par classe d'images.....	156
Graphe 45: Les catégories d'idées présentes dans chaque classe d'images.	161
Graphe 46: Les catégories d'idées dominantes pour chaque classe d'images.	163
Graphe 47: Le nombre d'idées par catégories d'idées, classé selon le temps total de genèse de l'idée (T1) et le nombre d'images affiliées à (AV1), (AV2) et (AV3).	171
Graphe 48: Le nombre d'images affiliées par catégories d'idées, par rapport au temps de visualisation d'images (Tv) des conceptions (AV1), (AV2) et (AV3).	172
Graphe 49: Le nombre des idées par catégories d'idées, classé selon le temps consommé avant l'identification d'une idée conceptuelle (TC) et le nombre d'images affiliées aux conceptions AV1, AV2 et AV3.....	173
Graphe 50: Le nombre d'images des six structures morphiques.....	186
Graphe 51: Le nombre d'images de précédents et de conceptions produites, dans les deux structures morphiques N°1 et N°4.	186
Graphe 52: Le nombre des images par classe, selon la classification morphique de la structure morphique N°1.	188
Graphe 53: Les filiations structurelles des conceptions AV1, AV2 et AV3.	194
Graphe 54: Les filiations structurelles des conceptions (AV1), (AV2) et (AV3), confrontées au nombre d'images affiliées et au temps total du processus (T1).....	196
Graphe 55 : Les filiations structurelles morphiques des conceptions (AV1), (AV2) et (AV3), classées selon le temps nécessaire à l'émergence de l'idée conceptuelle (TC).....	197
Graphe 56: Les filiations plastiques et le nombre d'images affiliées à (AV1), (AV2) et (AV3), classés selon le temps total du processus (T1).....	198
Graphe 57: Les filiations morphiques plastiques des conceptions (AV1), (AV2) et (AV3), classées selon le temps nécessaire à l'identification de l'idée conceptuelle (TC).	199
Graphe 58: Analyse factorielle des classes de filiations idéelles et morphiques des conceptions AV1, AV2 et AV3.....	202
Graphe 59: Le pourcentage des images affiliées aux conceptions produites AV1, AV2 et AV3, selon les deux niveaux des deux modalités de filiation idéelle et morphique.	203
Graphe 60: Le temps total du processus de genèse de l'idée (T1), le temps de visualisation (TV), le temps nécessaire à l'émergence d'une idée conceptuelle (T C) et le temps nécessaire à l'émergence d'une idée morphique (T M), classés selon l'originalité des conceptions produites.....	208
Graphe 61: Les classes de filiation idéelle des conceptions AV1, AV2 et AV3, classées selon l'originalité de ces dernières.	208
Graphe 62: Les filiations idéelles exhaustives et le nombre d'images affiliées aux conceptions (AV1), (AV2) et (AV3), classées selon leur originalité.....	209
Graphe 63: Les filiations idéelles exclusives et le nombre d'images affiliées aux conceptions AV1, AV2 et AV3, classées selon leur originalité.	210
Graphe 64: Les classes d'images de filiation morphique des conceptions (AV1), (AV2) et (AV3), classées selon leur originalité.....	211
Graphe 65: Les filiations structurelles et le nombre d'images affiliées aux conceptions (AV1), (AV2) et (AV3), classées selon leur originalité.....	211
Graphe 66: Les filiations plastiques et le nombre d'images affiliées aux conceptions AV1, AV2 et AV3, classées selon leur originalité.....	212

Graphe 67: Le nombre d'idées produites par les sujets concevants des deux groupes.	215
Graphe 68: La durée de temps consommée par les différents sujets concevants des deux groupes.	215
Graphe 69: Les filiations idéelles et le temps total du processus (T1) des conceptions AV1 et AV1', produites par A1 et classées selon leurs degrés d'originalité.	217
Graphe 70: Les filiations idéelles et le temps total du processus (T1) des conceptions AV2 et AV2', produites par A2 et classées selon leurs degrés d'originalité.	217
Graphe 71: les filiations idéelles des conceptions produites par les sujets concevants A1 et A2, classées selon leur originalité.....	218
Graphe 72: Les classes de filiation idéelle des conceptions produites par les sujets concevants A1 et A2, classées selon leur originalité.	220
Graphe 73: Le nombre d'images affiliées aux conceptions produites par les sujets concevants A1 et A2, classées selon leurs degrés d'originalité.	220
Graphe 74: Les filiations idéelles exclusives et le temps nécessaire à l'émergence d'une idée conceptuelle (TC), des conceptions produites par A1 et A2.	221
Graphe 75: Les filiations morphiques structurelles et le temps total du processus de genèse de l'idée (T1), des conceptions AV1 et AV1', produites par A1 et classées selon leurs degrés d'originalité....	222
Graphe 76: Les filiations morphiques structurelles et le temps total du processus de genèse de l'idée (T1), des conceptions AV2 et AV2', produites par A2 et classées selon leurs degrés d'originalité. ...	222
Graphe 77: Les filiations plastiques et le temps total du processus de genèse de l'idée (T1), des conceptions AV2 et AV2', produites par A2 et classées selon leurs degrés d'originalité.	223
Graphe 78: Les filiations structurelles morphiques des deux conceptions, produites par les sujets concevants A1 et A2 et classées selon leurs degrés d'originalité.	223
Graphe 80: Le nombre d'images affiliées par la structure morphique, des conceptions produites par les sujets concevants A1 et A2, classées selon leur originalité.	225
Graphe 81: Le temps nécessaire à l'émergence de l'idée morphique (TM) et les filiations structurelles morphiques des conceptions produites par A1 et A2.....	225
Graphe 82: Le temps de visualisation des images de précédents (TV), classées selon l'originalité des conceptions produites par A1 et A2.....	226

**INTRODUCTION
GENERALE**

INTRODUCTION
GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

1. INTRODUCTION

La conception architecturale constitue un sujet de recherche récent. Depuis 1960, elle fait l'objet de différentes approches qui visent à définir sa nature ambiguë. Une part de celles-ci s'intéresse au processus de conception architecturale. Elle le définit comme un système complexe d'actions mentales de manipulation de l'information. Il commence par la genèse d'un être abstrait, communément appelé idée, et se termine par la production de l'être morphique qu'est l'objet conçu.

En situation d'activité, le sujet concevant interagit avec sa situation de conception. *« Il joue le rôle d'un processeur complexe qui processe, par organisation, une information complexe perçue (ICP) dans le dessein de concevoir une nouvelle forme d'information aussi complexe, sinon plus, qui constituera le résultat du travail de conception (Une information complexe conçue : ICC) »* (Arrouf, 2012).

La genèse de l'idée est fortement rattachée à ce processus de manipulation de l'information. Elle dépend à la fois, de la nature des informations perçues, du moment de leur perception par rapport au temps du processus et de leur mode de perception et d'interprétation. Dans la pratique de la conception architecturale, les informations perçues couvrent une large palette d'éléments fortement hétérogènes. Ils varient des données du projet de conception (terrain, programme, enveloppe budgétaire disponible, recommandations du maître d'ouvrage, règlements d'urbanisme) jusqu'aux précédents architecturaux déjà conçus par d'autres sujets concevants dans des situations de conception différentes.

2. LE PROJET DU MEMOIRE

Ce mémoire fait le projet de comprendre la relation qui lie la genèse de l'idée aux informations perçues au début du travail de conception. Au sein de ce projet générique, il

opère une focalisation sur la mesure de la relation qui lie la genèse de l'idée à la visualisation d'images de précédents architecturaux en amont du travail de conception et plus particulièrement d'images issues d'internet.

Partant de cet objet de connaissance, il pose deux grandes questions de recherche :
a) la visualisation d'images de précédents architecturaux, issues d'internet et relatives au projet de conception architecturale, en amont du travail de conception, a-t-elle un impact sur la genèse de l'idée? Et b) Comment s'opère cet impact et quelle est sa logique d'occurrence ?

3. Contexte

a. INSCRIPTION EPISTEMOLOGIQUE

Son objet de connaissance étant l'activité de conception, considérée dans sa phase d'initialisation, ce travail s'inscrit dans la sphère épistémologique des sciences de la conception. En tant que tel, il n'a pas de visée opératoire et ses objectifs sont de l'ordre de la seule connaissance.

b. INSCRIPTION PARADIGMATIQUE

Sur le plan paradigmatique, ce travail présente une triple inscription:

1. Il s'intéresse au contenu actif du processus de conception, à savoir l'activité de conception, considérée comme processus de production sémio-morphique qui prend la forme d'un système complexe d'opérations cognitives inter reliées (Arrouf, 2006, 2007, 2008, 2012).
2. Il est empirique et se situe dans la catégorie des *études investigatrices du travail de conception*.
3. Il part, développe et continue le modèle de l'activité de conception élaboré par Arrouf (2006, 2007, 2012) et des catégories d'action cognitives qu'il a développées, en vue

d'analyser l'impact, sur la genèse de l'idée, de la visualisation d'images de précédents architecturaux, issues d'internet et relatives au projet de conception architecturale, en amont du travail de conception.

4. HYPOTHESES

Eu regard à son objet de connaissance, ce projet postule que :

- la visualisation d'images de précédents architecturaux, issues d'internet et relatives au projet de conception architecturale, en amont du travail de conception, a un impact sur la genèse de l'idée.
- L'impact sur la genèse de l'idée, de la visualisation d'images de précédents architecturaux, issues d'internet et relatives au projet de conception architecturale, en amont du travail de conception, opère selon deux modalités.
 - Une modalité temporelle qui réduit le temps de genèse de l'idée et influence l'économie du processus.
 - Une modalité de filiation qui peut prendre l'une des deux formes idéelle ou morphique. La première, inscrit l'idée générée dans la continuité idéelle des images visualisées tandis que la seconde rattache sa structure morphique à celles des images visualisées.
- la visualisation d'images de précédents architecturaux, issues d'internet et relatives au projet de conception architecturale, en amont du travail de conception, a un impact sur l'originalité de l'idée générée.

5. OBJECTIFS

Les hypothèses énoncées appellent les objectifs suivants :

- Mesurer le degré d'influence sur la genèse de l'idée, de la visualisation d'images de précédents architecturaux, issues d'internet et relatives au projet de conception architecturale, en amont du travail de conception.
- Comprendre le mode opératoire et la logique de l'influence sur la genèse de l'idée, de la visualisation d'images de précédents architecturaux, issues d'internet et relatives au projet de conception architecturale, en amont du travail de conception.

Ce dernier objectif se décompose en trois sous-objectifs qui sont :

- Comprendre dans quelle mesure la visualisation d'images de précédents architecturaux, issues d'internet et relatives au projet de conception architecturale, en amont du travail de conception, diminue, augmente ou n'affecte pas le temps nécessaire à la genèse de l'idée.
- Mesurer le type et le degré de filiation entre l'idée générée et les images visualisées.
- Comprendre dans quelle mesure la visualisation d'images de précédents architecturaux, issues d'internet et relatives au projet de conception architecturale, en amont du travail de conception, diminue, augmente ou n'affecte pas l'originalité de l'idée générée.

6. METHODOLOGIE

a. CONSTATS SUR L'ETAT DE L'ART

Il existe actuellement quatre grandes méthodes pour l'analyse empirique de l'activité de conception. Deux d'entre-elles sont d'origine francophone ou plus précisément française et les deux autres sont d'origine anglophone. Mais elles peuvent être, vue leur proximité théorique, réparties sur deux grandes classes. La première, pourrait être désignée sous le nom

de classe des études cognitives tandis que la seconde, pourrait être appelée classe des études génétiques.

<i>Classe des études</i>	<i>Méthodes</i>
<i>Etudes cognitives</i>	<i>L'analyse des recueils d'observation ou Protocol analysis, développée par Ericsson and Simon (1986)</i>
	<i>L'analyse cognitive française (Lebahar, 1983; Quintrand, 1985; 1993)</i>
<i>Etudes génétiques</i>	<i>La génétique architecturale de De Biasi (1990, 2000)</i>
	<i>Etude génétique basée sur l'analogie avec la biologie animale (Gero & al., 1996; 1997;1999)</i>

Tableau 1: Les quatre méthodes pour l'analyse empirique de l'activité de conception (Arrouf, 2007).

Les quatre méthodes ont ceci de commun, qu'elles étudient les traces laissées par l'activité de conception: dessins, écrits, commentaires verbaux, gestuel, etc. Leur différence réside cependant, dans le modèle de prise en charge des données considérées et dans l'objectif poursuivi par chacune d'elles. Ainsi, l'analyse génétique, que ce soit celle d'inspiration littéraire de De Biasi ou celle d'inspiration biologique de Gero, tente de comprendre le déroulement du processus en suivant le développement progressif du « paradigme de forme » ou ce que l'on pourrait appeler le « génotype formel ou conceptuel ». Elle se base pour cela et de manière exclusive sur le « dossier de genèse de l'œuvre ». L'analyse cognitive cherche, pour sa part, à définir les actions cognitives qui composent l'activité de conception et leur mode d'enchaînement dans le temps du processus.

Partant des objectifs qui sont les siens, ce travail adopte la méthode dite « *analyse des recueils d'observation* » (Arrouf, 2004; 2006; 2007; 2008 ; 2012) ou « *Protocol Analysis* » (Ericsson, Simon, 1986).

7- Structure du mémoire

Ce travail se compose de deux chapitres et une conclusion générale. Elle rassemble les réponses fournies par ce travail de recherche aux questions avancées. Le premier chapitre est réservé à la présentation de la méthode d'analyse des recueils d'observation. Il englobe un aperçu historique de son utilisation ainsi qu'une présentation des méthodes d'approche, des techniques de collecte et des procédures relatives à l'analyse. Il aboutit à la méthodologie adoptée par ce mémoire, ou son protocole d'analyse.

Le deuxième chapitre se compose de deux parties successives. La première présente la collecte des données et élabore les recueils d'observation qui constituent le support de l'analyse. La deuxième partie est celle de l'analyse proprement dite. Elle se divise également en deux moments. Le premier est celui de la description des recueils d'observation par le biais de la segmentation et de la codification. Le second est celui de l'interprétation de l'impact de la visualisation d'images de précédents sur la genèse de l'idée selon le protocole élaboré par cette recherche, à la fois, comme processus, comme contenu actif et comme idées produites.

La conclusion générale détermine l'apport du mémoire en termes méthodologiques ainsi que la relation entre les images de précédents visualisées et la genèse de l'idée architecturale sur les trois niveaux étudiés.

**PREMIER
CHAPITRE**

**METHODOLOGIE
DE RECHERCHE**

PREMIER CHAPITRE

LA METHODOLOGIE DE RECHERCHE

Introduction

Les méthodes de recherches scientifiques dans le domaine de l'étude empirique de la conception, utilisent le paradigme expérimental, qui consiste dans la mise en place d'une expérience. Les données recueillies lors de cette dernière sont analysées pour produire un ensemble de résultats (Gero, J. S. 1998).

Ce chapitre est consacré à la présentation de la méthodologie utilisée dans cette étude. Il s'agit du « Protocol Analysis » ou « analyse des recueils d'observation ». Méthodologie qui a la capacité d'explorer notre objet de recherche et de procurer une compréhension de l'impact de la visualisation d'images de précédents architecturaux sur la genèse de l'idée architecturale.

Une brève présentation de la démarche, initialement développée par Ericsson et Simon (1986), est suivie par une description détaillée de l'analyse des recueils d'observation, de ses moments et de ses différentes approches. Enfin un protocole d'analyse est fourni afin de répondre à notre objet de recherche.

I- Qu'est ce que « l'analyse des recueils d'observation » ?

1) Définition

Cette méthode d'analyse est issue des travaux de Simon et Ericsson (1986) dans le domaine des sciences cognitives. La version originale de cette analyse des recueils d'observation, est définie comme méthode utilisée avec un seul sujet entrain de résoudre un problème et qui verbalise ses pensées à haute voix (Mc Neill, Gero & Warren, 1998).

Elle a pour objet l'étude du « protocole », qui est un morceau d'enregistrement de la trajectoire temporelle des comportements du sujet concevant (Newell, 1966 in Jiang, H., & Yen, C. C 2009). Les « Protocoles » dans le domaine de la conception, prennent généralement

la forme d'enregistrements des comportements manifestes du concepteur, comme la verbalisation et les croquis et autres gestes corporels captés par les caméras. (Akin, 1984, Jiang, H., & Yen, C. C 2009).

Cette méthodologie a été décrite dans des travaux d'investigation sur le travail de conception, comme la technique expérimentale dominante dans le champ de l'exploration et la compréhension de la conception (Gero, Tang, 2001). Elle facilite l'inspection détaillée du processus de conception, permettant ainsi une analyse du travail de conception et de son développement à travers le temps (Mc Neill, Gero, Warren, 1998).

Le « Protocol analysis » est la technique majeure de l'étude du processus cognitif de conception (Suwa, Purcell, Gero1998). « *Cette méthode a été adoptée par plusieurs travaux Eastman (1970), Cross (1984), Ullman et al. (1988), Eckersley (1988), Goldschmidt (1991), Cross et al. (1992), McGinnis et Ullman (1992), Schön et Wiggins (1992), Van Someren et al. (1994), Crosset al. (1996) Suwa et Tversky (1996, 1997), Suwa, Gero et Purcell (1998, 1999, 2001, 2002), Dorst et al. (2001) et Tang et al. (2002)* » (Arrouf, 2006). Elle permet au chercheur d'atteindre ses buts, concernant un phénomène de conception donné, en se fondant principalement sur les recueils produits par le sujet concevant.

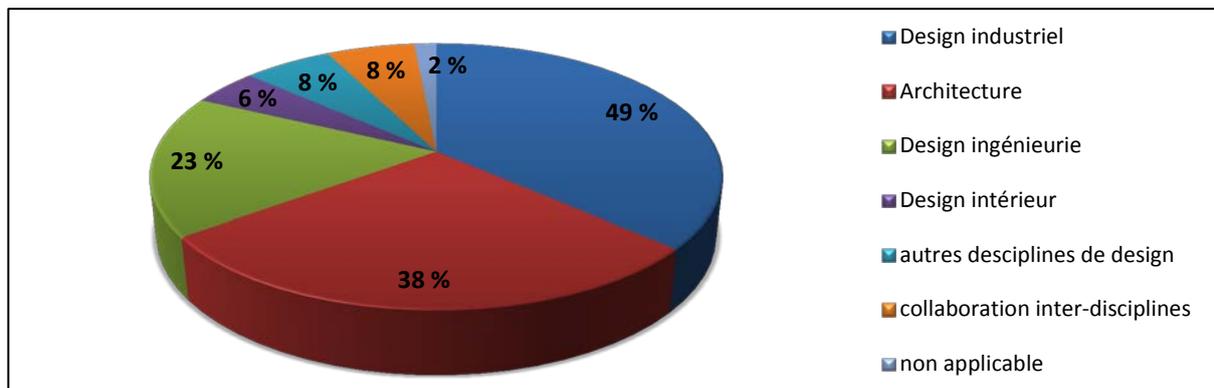
L'adaptation de la méthode, initialement élaborée par Simon pour l'étude de l'activité cognitive de résolution de problème, aux caractéristiques de l'activité de conception par les différents chercheurs, a engendré différentes approches et modèles de codification. C'est pourquoi, l'utilisation de l'analyse des recueils d'observation implique des choix relatifs aux modalités de verbalisation et aux approches et modèles de codification. Ceux-ci s'opèrent en fonction des buts de la recherche.

La méthode d'analyse des recueils d'observation, se compose, de deux grands moments : le premier est celui de l'élaboration des recueils d'observation, lors d'une expérience mise en place dans un environnement contrôlé. Le second moment est celui de l'analyse. Il se divise en deux phases : la description puis le traitement des données produites par l'activité cognitive du concepteur. Ces données sont recueillies et analysées pour produire un ensemble de résultats qui sont utilisés comme base de développement ou de confirmation d'hypothèses relatives au travail de conception. (Gero, J. S. 1998).

2) Aperçu historique

L'analyse des recueils d'observation (Protocol analysis) est élaborée par H.Simon en 1986. Elle a émergé comme l'une des principales méthodes qui étudie la pensée dans le domaine cognitif, telle qu'en psychologie cognitive (Crutsher, 1994), en sciences cognitives (Simon et Kaplan, 1989) ainsi qu'en analyse des comportements (Austin et Delaney, 1998) (Ericsson 2002).

Son introduction dans le Domaine de la conception date des travaux pionniers d'Eastman en 1969, où il a étudié le « design intérieur ». L'analyse des recueils d'observation est devenue un outil majeur de la recherche empirique dans le domaine de la conception (Jiang, H., & Yen, C. C 2009). Son application, pour étudier le processus cognitif du sujet concevant se retrouve dans différents domaines de conception et de design (graphe 1).

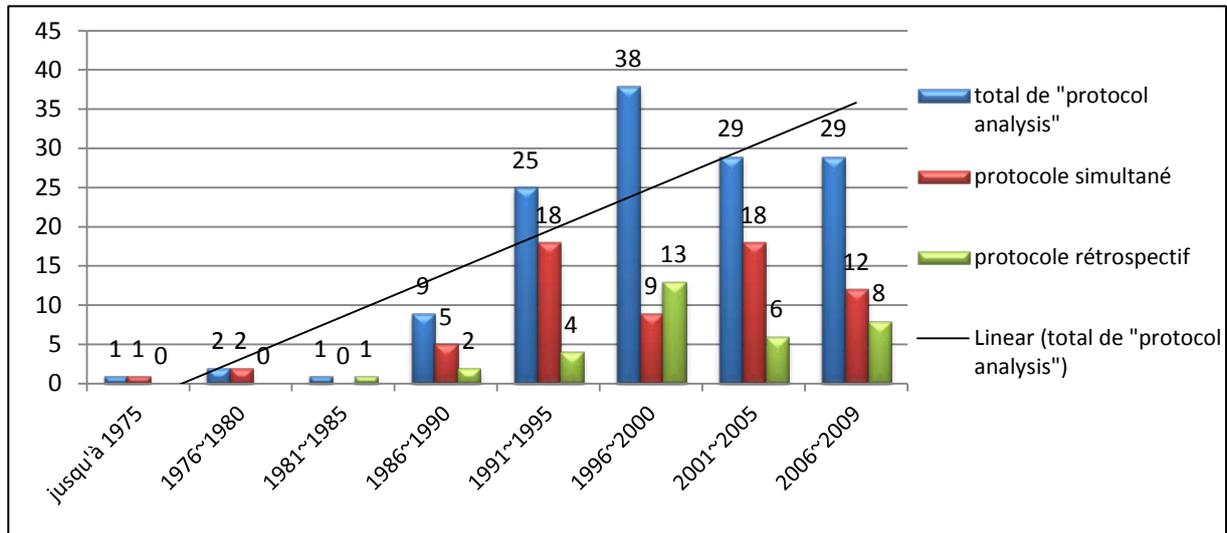


Graphe 1: L'utilisation de « l'analyse des recueils d'observation » par différentes disciplines liées à la conception. (Source : Jiang, H. & Yen, C. C, 2009)

Sa centralité est présentée par le travail élaboré par Jiang & al (2009). Le chercheur montre l'accroissement du nombre de publications (des revues de conception, chapitres de livres édités, actes de conférence de conception et thèses de doctorat) qui ont utilisé la méthode d'analyse des recueils d'observation, depuis son émergence jusqu'en 2009 (graphe 2). Jiang & al (2009), mentionnent la période de validation de la méthode par « Delphi workshop » comme tournant crucial de la vie de celle-ci.

La validation de « Protocol analysis » par « Delphi workshop » a en effet érigé celle-ci comme la méthode la plus utilisée dans le champs des recherches empiriques sur la conception « ...de toutes les méthodes de recherches empiriques et d'observation, pour l'analyse de l'activité de conception, l'analyse des recueils d'observation est celle qui a été la

plus utilisée et qui a eu le plus d'attention ces dernières années. Elle est maintenant considérée comme la méthode la plus plausible (ou peut-être comme la seule méthode) pour faire ressortir une partie des capacités cognitives et mystérieuses du sujet concevant»¹ (Cross, 1996 in Jiang, H., & Yen, C. C 2009).



Graph 2: Le nombre de publications faites sur la base de la méthodologie de l'analyse des recueils d'observation de 1975 à 2009. (Source : Jiang, H. & Yen, C. C, 2009)

II- Les approches d'analyse des recueils d'observation

« Dorst et Dijkhuis (1995) ont divisé les méthodes d'analyse des recueils d'observations selon leur orientation en deux approches: approche orientée-processus et approche orientée-contenu » (Arrouf, 2012). Elles sont présentées ci-dessous.

1) L'approche orientée-processus

Cette approche est centrée sur la description des processus de conception en termes de : taxonomie générale de résolution du problème, états du problème, opérateurs, plans, buts et

¹ La traduction est faite par le chercheur. "... of all the empirical, observational research methods for the analysis of design activity, protocol analysis is the one that has received the most use and attention in recent years. It has become regarded as the most likely method (perhaps the only method) to bring out into the open the somewhat mysterious cognitive abilities of designers" (Cross, 1996 in Jiang, H., & Yen, C. C 2009).

stratégies. (Akin, 1993, Chan, 1990, Eastman, 1970, Kraus et Myer, 1970, Purcell et. al, 1994, Suwa, Purcell, Gero, 1998).

L'une des recherches qui a adopté cette approche est élaborée par Gero & Mc Neill (1998). Elle se sert, pour comprendre le processus de conception de :

- Deux dimensions de navigation du concepteur dans l'espace du problème due à la situation de conception. Il s'agit du « niveau d'abstraction » et du niveau de « prototype ».
- Deux catégories d'actions pour décrire les stratégies utilisées. Il s'agit de la catégorie des actions de « macro stratégie » et de celle des actions de «micro stratégie ». (Arrouf, 2006)

2) L'approche orientée-contenu

Quant à l'approche orientée-contenu, elle s'intéresse au contenu du processus de conception. Elle vise la révélation de ce que le concepteur voit, fait et pense au moment de la conception (Goldschmidt (1991), Schön and Wiggins (1992), Suwa, Purcell et Gero (1998)). Elle « *se focalise sur l'étude du contenu cognitif et informationnel de l'activité de conception* » (Arrouf, 2006, 2012), ou autrement dit, elle « *cherche à découvrir les types d'informations, les ressources et les catégories de connaissances manipulées par le concepteur lors du processus de conception* » (Arrouf, 2006, 2012).

Cette approche est adoptée dans le travail élaboré par Suwa et al (1998), dans l'objectif de découvrir les interactions cognitives entre concepteurs et esquisses. L'auteur utilise quatre catégories d'actions afin de décrire les types d'informations et les connaissances manipulées par le concepteur et leur mode de manipulation. Ces catégories d'actions sont : physiques, perceptives, fonctionnelles et conceptuelles (Arrouf, 2006, 2012).

Cette approche orientée-contenu a été adoptée dans le travail élaboré par Arrouf (2006, 2012) dans l'objectif de comprendre le processus de manipulation de l'information qui prend lieu dans la noosphère du sujet concevant lors du processus de conception architecturale. Il a abouti à l'élaboration du modèle sémio-morphique de l'activité de conception.

III- Les moments d'analyse des recueils d'observation

III-I- Elaboration des recueils d'observation

Cette phase implique l'organisation d'un travail empirique expérimental qui a pour but l'élaboration des recueils d'observation. Ceux-ci regroupent les données collectées par l'expérimentateur sous forme de données verbales, graphiques ou autres.

Le protocole expérimental

Le travail empirique expérimental dans le domaine de l'étude cognitive de l'activité de conception consiste, selon différents chercheurs (Suwa & Tversky, 1997 ; Suwa, Gero & Purcell, 1997, 1998 ; Tang & Gero, 2000), à organiser une séance de conception pour un corpus donné. Le déroulement et la durée de cette séance ainsi que le choix de l'énoncé de conception et du corpus, dépendent des objectifs de la recherche. Le travail expérimental s'organise selon le mode de collecte des données verbales adopté par l'expérimentateur (figure 1).

1) La collecte des données

Le travail expérimental produit deux types de données, verbales et non verbales. Leurs modes de collecte sont présentés ci-dessous :

a) La collecte des données verbales

La verbalisation du sujet concevant obéit à des règles dictées par la technique adoptée par le chercheur. Il existe deux techniques de collecte des données verbales : la technique des protocoles simultanés et celle des protocoles rétrospectifs.

a. 1. La technique des protocoles simultanés

Pour cette technique, le sujet concevant verbalise ses propres pensées au fur et à mesure qu'il avance dans le processus de conception. Elle est réputée être sûre (Ericsson & Simon, 1993), c'est pourquoi elle est fortement utilisée (Suwa, Purcell, Gero, 1998).

Technique des protocoles simultanés

(D'après l'étude comparative des deux techniques, Gero & Tang, 2001)

Avantages:	Inconvénients :	Remède aux inconvénients:
<ul style="list-style-type: none">• Les protocoles simultanés semblent révéler plus d'informations au début du processus de conception, surtout quand le concepteur tente de percevoir le problème.	<ul style="list-style-type: none">• Durant le protocole simultané, il arrive que le concepteur fasse une pause et arrête de verbaliser. Ces pauses sont considérées comme une transition d'attention ou de pensée non verbales. Peu d'informations sont fournies par le protocole simultané à propos de ces pauses .	<ul style="list-style-type: none">• L'impact de ces inconvénients n'est pas le même sur tous les sujets de recherche et dépend des paramètres étudiés ainsi que des objectifs de la recherche. Les inconvénients qui peuvent être causés par les pauses de verbalisation seront minimisés en ayant recours à des directives courtes pendant l'expérience et à l'aide des exercices d'échauffement . (Ericsson & Simon, 1993)• La combinaison des instructions de verbalisation à la verbalisation simultanée améliore le résultat de cette dernière (Gero, 2001)

Tableau 2: Les avantages, les inconvénients et les remèdes aux inconvénients des protocoles simultanés.

a. 2. La technique des protocoles rétrospectifs

Dans le cas du protocole rétrospectif, le concepteur fait son travail de conception en premier lieu, puis il verbalise son processus de conception, avec ou sans l'aide de l'enregistrement vidéo de l'expérience. (Suwa, Purcell & Gero, 1998).

Gero et Tang (2001) ont conclu que les deux techniques sont équivalentes, le choix de l'une des techniques dépend principalement des objectifs de la recherche.

La figure 1 suivante, synthétise le déroulement de l'expérience tel qu'il correspond à chacune des deux techniques de collecte des données verbales. Quant à la collecte des données non verbales elle est présentée dans ce qui suit.

Technique des protocoles rétrospectifs

(D'après l'étude comparative des deux techniques, Gero & Tang, 2001)

Avantages :	Inconvénients :	Remède aux inconvénients:
<ul style="list-style-type: none"> Dans les protocoles rétrospectifs, on peut trouver quelques informations à propos des pauses car le concepteur peut parfois se rappeler le processus de ses pensées à ces moments. 	<ul style="list-style-type: none"> Dans les protocoles rétrospectifs, le concepteur peut ne pas se rappeler adéquatement les événements initiaux du processus, même avec l'aide de la vidéo. Les protocoles rétrospectifs sont plus longs que les protocoles simultanés. Ils sont consommateurs de temps, en plus des inconvénients causés par la mémoire sélective. 	<ul style="list-style-type: none"> L'impact de ces inconvénients n'est pas le même sur tous les sujets de recherche et dépend des paramètres étudiés ainsi que des objectifs de la recherche. Une mesure plausible pour alléger l'inconvénient causé par la mémoire sélective, est de permettre au concepteur de voir l'enregistrement vidéo de son activité de dessin au cours de la verbalisation (Suwa, Gero et Purcell, 1997, 1998)

Tableau 3: Les avantages, les inconvénients et les remèdes aux inconvénients des protocoles rétrospectifs.

La collecte des données:

a) La collecte des données verbales

b) La collecte des données non verbales

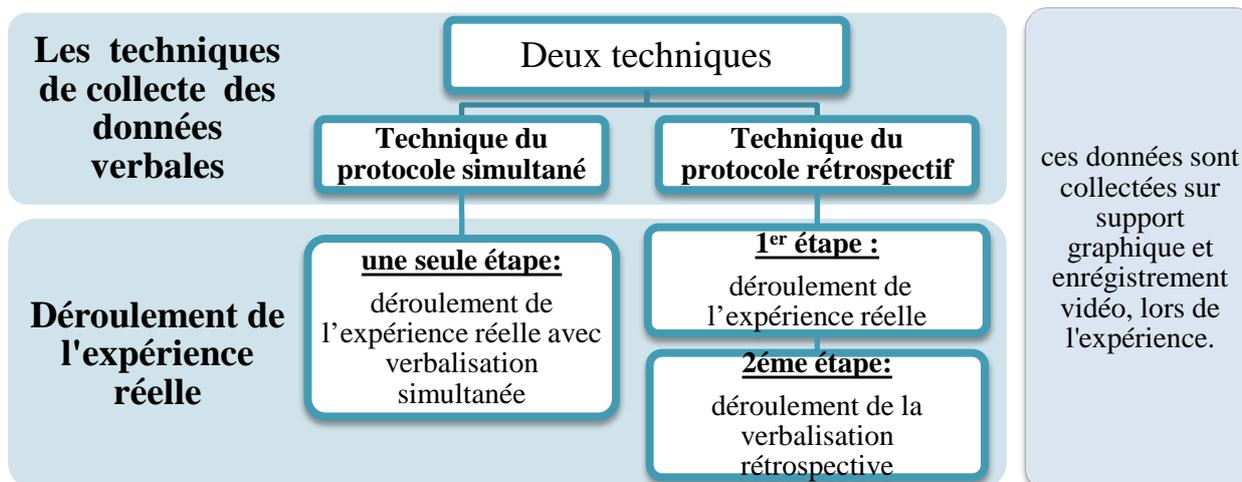


Figure 1: La relation entre technique de collecte des données verbales et le déroulement de l'expérience.

b) La collecte des données non verbales

L'analyse standard des recueils d'observation se focalise sur la production verbale du concepteur et rejette généralement la production graphique. Toutefois les chercheurs dans le domaine de la conception mettent l'accent sur le rôle important du dessin, qui sert comme un outil de raisonnement pour le concepteur (Robbins, 1994, Schon, 1983, Goldschmidt, 1994, Goel, 1995, in Suwa, Gero & Purcell, 1999). Le travail élaboré par Suwa, Purcell & Gero (1998), dans lequel les dessins du concepteur ont été analysés, montre que les différentes productions graphiques de l'activité de conception architecturale servent comme mémoire externe d'idées pour inspection ultérieure et, comme représentation physique dans laquelle les pensées fonctionnelles sont construites.

C'est pourquoi, ce travail considère que les productions graphiques comportent des informations importantes relatives aux pensées du concepteur. Il approche chaque unité graphique comme «*une pensée autour d'un élément/ espace/ sujet donné, d'où leur valeur informationnelle importante* » (Arrouf, 2006, 2012).

Les données non verbales (dessins, écrits, gestes, etc.) qui sont produites le long de l'expérience sont enregistrées sous forme de vidéo, en plus de leurs supports graphiques ; ces données font partie du recueil d'observation.

2) L'expérience

L'expérience consiste à organiser une séance de conception en vue de collecter les données recherchées. Sa mise en place dépend de la technique de verbalisation adoptée et des objectifs de la recherche, qui dictent le choix de l'énoncé de conception et du corpus.

a. L'énoncé de conception

Le point de départ de tout projet de conception est l'ensemble initial des données de conception et des exigences à prendre en considération durant le travail de conception (Suwa, Tversky, Gero & Purcell, 2001). Le montage d'une situation expérimentale ne signifie pas une situation initiale exceptionnelle. Bien au contraire, même si le travail organisé est limité dans le temps, il doit essayer d'être aussi réaliste que possible. C'est pourquoi, son énoncé doit répondre à un certain nombre d'exigences que Dorst (1996) a résumé comme suit :

- L'énoncé de conception doit donner l'impression d'un problème nouveau.
- Le concepteur doit être confronté à une situation de conception réaliste, où l'idée de l'objet à concevoir vient de la vie réelle.
- L'objet de la conception doit être facile à expliquer au concepteur.
- La taille de l'objet à concevoir ne doit pas être trop grande et par conséquent lourde à analyser, mais la situation énoncé doit regrouper tous les éléments d'un projet de conception.
- Il doit être faisable dans le temps alloué, et avec le matériel disponible.
- Le sujet de conception doit s'inscrire dans le domaine de connaissance des concepteurs.

L'énoncé de conception dépend principalement du domaine de la recherche. Il est établi en partant des hypothèses et des objectifs de celle-ci.

b. Le corpus

Le corpus de l'étude empirique de l'activité de conception architecturale se compose généralement d'architectes ou d'étudiants en architecture. Suwa & Tversky (1997), ont opté pour l'étude de la conception faite par un architecte expérimenté. Dans cette recherche, ils s'intéressent à l'étude de l'interaction cognitive entre l'architecte et ses esquisses.

Dans le travail élaboré par Mc Neill, Gero & Warren (1998), l'objectif de la recherche étant d'établir une comparaison entre des concepteurs expérimentés et d'autres qui le sont moins, un corpus de dix sujets concevants a été observé. Celui-ci couvre un large éventail de parcours personnels. Il y a en effet, parmi les dix sujets, des étudiants en fin de cycle de graduation en électronique et des ingénieurs avec 38 années d'expérience.

Le corpus est donc choisi par le chercheur selon l'objet de sa recherche, et en fonction de ses objectifs.

c. Le déroulement de l'expérience

Le déroulement de l'expérience se divise en deux phases principales : l'exercice préliminaire et l'expérience réelle (Ericsson & Simon, 1993 ; Gero & Tang, 2001), dont le résultat est étudié par l'expérimentateur.

Le travail élaboré par Mc Neill, Gero & Warren (1998) présente de manière explicite le déroulement de l'expérience pour la technique de protocole simultané. Chaque sujet concevant doit d'abord compléter un exercice préliminaire, qui est une tâche d'entraînement qui prend habituellement dix minutes. Cette tâche n'est pas liée à la tâche de conception réelle. Son objectif est d'adapter le sujet concevant au déroulement de l'expérience. Ericson & Simon (1993) soulignent l'importance de l'exercice préliminaire. Ils indiquent qu'il permet au sujet concevant d'apprendre à verbaliser ces pensées quand elle émergent, sans essayer de les expliquer, les analyser ou les interpréter.

Après l'exercice préliminaire, l'énoncé de conception réel est présenté au sujet concevant, à la fois sous forme verbale et écrite. Quarante cinq minutes sont allouées au sujet concevant pour produire une solution et un schéma de la forme. Des solutions détaillées ne sont pas exigées. Les concepteurs sont incités à réfléchir à haute voix lors de la conception. Leurs actions et leurs verbalisations sont enregistrées et des transcriptions du protocole sont produites sur la base de cet enregistrement.

Chaque sujet concevant, travaille sur une large table avec stylos et papier. Deux caméras sont utilisées. L'une est posée face au concepteur afin de donner une vue claire de son visage et du mouvement de ses mains. La seconde, est posée au dessus de son épaule afin de montrer les productions graphiques qu'il produit.

A part le sujet concevant, deux autres personnes sont dans la salle. L'une s'occupe de l'équipement d'enregistrement vidéo et l'autre (le chercheur) fournit les instructions verbales et répond aux questions à propos des exigences de l'exercice. Ces réponses se restreignent au sujet tel que le niveau de détail requis. Le chercheur ne répond pas aux questions relatives aux exigences techniques de l'exercice de conception. Durant l'exercice, le chercheur intervient seulement pour rappeler au concepteur la nécessité de verbaliser à haute voix.

III-II- L'analyse des recueils d'observation

Introduction

Les données fournies par la collecte sont riches mais non structurées (Gero, 1998). L'analyse de ces données collectées, lors de l'expérience, permet de les structurer afin d'en tirer des informations. Cette analyse se compose de deux phases présentées dans la figure 2 ci-dessous, il s'agit de la description et du traitement (Arrouf, 2012).



Figure 2: Les moments de l'analyse des recueils d'observation.

III-II-I- Description des données recueillies

Afin de rendre les informations collectées par l'expérience compréhensibles et exploitables, les recueils d'observations obtenus sont soumis à une description suivant la méthode standard d'analyse des recueils d'observation. Elle se compose de deux grands moments : la segmentation et la codification (Arrouf, 2006 ; 2012).

A. La segmentation

1) Définition

Après la collecte de l'information, le recueil d'observation est divisé en petites unités, appelées segments. Un segment se compose de paroles et d'actions qui fournissent une information cohérente. « *Un segment y est défini comme une assertion ou une déclaration*

cohérente à propos d'un seul élément/espace/sujet ». (Arrouf, 2006 ; 2012) Goldschmidt (1991) a défini le segment, ou ce qu'il appelle « *mouvement* », comme « *un acte de raisonnement qui présente une proposition cohérente d'une entité entraînant d'être conçue* »² (Suwa, Purcell & Gero, 1998 in Arrouf, 2006 ; 2012).

2) Les modalités de segmentation

La segmentation des données dépend de l'approche d'analyse :

- Dans l'approche orientée processus, comme l'indique son nom, la segmentation s'intéresse à la description des séquences (phases) qui composent le processus de conception lui-même.
- Dans l'approche orientée contenu, la segmentation s'intéresse « *contenu cognitif et informationnel de l'activité de conception* » (Arrouf, 2006 ; 2012), il s'agit des actions cognitives qui constituent la pensée du sujet concevant, au moment où il conçoit.

En plus de l'approche d'analyse, « *Il existe plusieurs techniques de segmentation* » (Arrouf, 2006). On cite deux techniques suivantes.

- La première, consiste de diviser le recueil d'observations selon les événements relatifs à la verbalisation, comme les pauses, les intonations et les marques syntaxiques. Ceci a notamment été adopté par Ericsson et Simon (1993) et Suwa, Purcell, Gero (1998) (Arrouf, 2006).
- La deuxième technique consiste à diviser le recueil d'observations en segments selon les intentions du sujet concevant. Ceci est adopté par « *Goldschmidt, 1991 ; Purcell & al., 1994 ; Van Someren et. al, 1994; Suwa & Tversky, 1997 ; Purcell & Gero, 1998 ; Mc Neill, Gero & Warren, 1998* » (Arrouf, 2006). Dans cette démarche de segmentation dite orientée-intention « *tout changement dans les intentions du concepteur suggéré par le contenu de ses pensées ou de ses actions marque le commencement d'un nouveau segment* » (Arrouf, 2006).

² Texte originel "act of reasoning which presents a coherent proposition pertaining to an entity that is being designed" (Goldschmidt, 1991).

Pour la segmentation des données graphiques, dans son travail, Arrouf (2006) a considéré chaque élément graphique comme segment. La segmentation, faite par Suwa & al (1998), prend, pour sa part, chaque feuille de dessin produite par le sujet concevant comme segment graphique.

3) procédure de segmentation

Un exemple de la démarche de segmentation orientée-intention, est présenté dans le travail de Goldschmidt (1991). L'auteur indique qu'elle « *procède par division du protocole en mouvements, et en arguments de conception. Les mouvements sont les opérations cohérentes détectables dans l'acte de conception, et les arguments sont les plus petites actions raisonnables qui constituent les mouvements* »³. La segmentation consiste ici en une identification des *mouvements* ou des opérations cohérentes de l'acte de conception.

Dans le travail élaboré par Suwa et al (1998), la procédure de segmentation des protocoles est mieux expliquée par le chercheur, et illustrée par un extrait du protocole d'un architecte expert obtenu après dix minute de conception (figure 3).

Et puis j'ai fait la même chose (**i: dessiner un rectangle comme un espace pour la construction**) ok, le bâtiment c'est alors la moitié de ça (**i: le parking**), mais j'ai pensé, étroit pour le moment. Je pensais qu'il pourrait être long et étroit. Donc encore une fois j'ai dessiné un long et étroit qui faisait environ 40 000 pieds à ce moment-là. [**Action: dessiner un rectangle**]
Maintenant je commence à dire, ok, mon Dieu, combien de surface j'ai couvert avec ça! [**Action: déplacer la feuille de papier sur laquelle le rectangle a été dessiné près de la feuille sur laquelle la ligne de propriété a été dessinée**]

Figure 3: Extrait de la transcription du protocole d'architecte expert (Suwa et al, 1998) traduit par l'auteur⁴.

³ Texte originel "we do through parsing the protocols into design *moves*, and at an even finer grain, into design *arguments*. *Moves* are the basic coherent operations detectable in designing, and *arguments* are the smallest sensible statements which go into the making of moves" (Goldschmidt, 1991).

⁴ Texte originel « And then I did the same thing (i : drew a rectangle as a space for building). Ok, building then is half of that (i:the parking), but I thought, thin at the moment. I was thinking it might be long and narrow. So again t drew a long narrow one which was about 40.00 sq.feet at that time. [action: drew a rectangle]
Now I'm starting to say. Ok, gosh, how much of the site lcover with that!! [action: move the sheet of paper on which the rectangle was drawn against the sheet beneath on which the property line was drawn]" (Suwa & al,1998)

En plus de la verbalisation de l'architecte expert, les chercheurs ont inséré des interprétations induites par des circonstances qui sont dénotées par (i :...) ils ont aussi inséré des descriptions des actions du concepteur dénotées par [actions]. Donc, avant d'entamer la segmentation du protocole, la verbalisation du sujet concevant est transcrite ainsi que les interprétations et les descriptions insérées par le chercheur. Par la suite, l'ensemble de la verbalisation et des insertions est segmenté par le chercheur selon l'approche adoptée. Dans l'exemple fourni par Suwa & al (1998), l'extrait (figure N°4) est divisé en deux segments correspondant chacun à une intention du concepteur.

Le contenu de chaque segment correspond, dans ce cas, à une seule intention cohérente constituée de la transcription de la verbalisation du concepteur ainsi que des interprétations et descriptions insérées par le chercheur. Les productions graphiques, sont étudiées indépendamment et chaque dessin est considéré comme segment.

Dans les travaux élaborés par Gero & Mc Neill (1998) et Arrouf (2006), constituent des exemples de la réalisation d'une segmentation selon les intentions du concepteur. La procédure de segmentation est présentée sous forme de tableau ou de modèle de description (tableaux 19 et 20), les lignes de ces tableaux correspondent aux différents segments existants..

La première colonne du modèle de description élaboré par Gero & al (1998) présente le temps, la colonne de dialogue présente une transcription des mots du concepteur et la colonne d'action enregistre les actions du concepteur et tous les dessins qu'il produit ainsi que trois colonnes réservées à la codification. Chaque nouvelle ligne, dans le tableau indique un nouveau segment qui correspond à une seule intention, les longues pauses de verbalisation sont représentées par de larges écarts dans le texte transcrit et les courtes pauses sont présentées par une série de points. Les productions graphiques sont présentées parallèlement à la verbalisation.

Les productions graphiques ainsi que la verbalisation et actions transcrites peuvent faire l'objet de la description parallèlement, tel que dans l'exemple fourni par Gero & Mc Neill (1998), comme ils peuvent être analysés séparément comme dans l'exemple fourni par Suwa & al (1998).

B. La codification

1) Définition

La codification « est une collection de groupes de descripteur utilisés pour décrire le processus de conception en vue de son analyse » (Arrouf, 2006 ; 2012). « Elle est un modèle qui permet de décrire, de comprendre, d'expliquer et même de prévoir les activités cognitives de la conception » (Tang & Gero, 2002 in Arrouf, 2006 ; 2012). Etant la deuxième étape de description des recueils d'observations, la codification est l'opération qui consiste à décrire le contenu des segments selon des modalités définies dans un modèle préétabli.

2) Modèle de codification

Les études menées, à propos du travail de conception, ont abouti à différentes modélisations de ce dernier (Arrouf, 2006 ; 2012), d'où les différents modèles de sa codification :

Dimension	Code	Désignation	Explication
Niveau d'abstraction	0	Système	Le concepteur considère le système dans son entier
	1	Interaction	Le concepteur considère les interactions entre les sous-systèmes
	2	Sous- système	Le concepteur considère les détails du sous-système
	3	Détails	Le concepteur considère les détails d'un sous-système
	R	Exigences	Le concepteur modifie ou reconsidère les aspects initiaux d'une exigence
fonction comportement structure (Prototype)	F	Fonction	Le concepteur travaille sur les aspects fonction du domaine du problème
	B	Comportement	Le concepteur travaille sur les aspects comportement du domaine du problème
	S	Structure	Le concepteur travaille sur les aspects structure du domaine du problème

Tableau 4: Les deux dimensions de navigation du concepteur dans l'espace problème (Gero, 1998) traduction de l'auteur.

a- le travail élaboré par Gero, James & Mc Neill (1998), présente un modèle de codification où deux dimensions de navigation du concepteur, dans l'espace du problème, sont présentées (tableau 4). La première dimension est celle du « niveau d'abstraction » qui se divise à son tour en quatre échelles d'abstractions successives, du global au détail. Elles

indiquent sur quel niveau du problème se concentre le concepteur, à chaque moment du processus. La seconde, est celle du « prototype » qui se divise en trois types d'aspects : la fonction, le comportement et la structure. Ils sont destinés à présenter l'aspect du problème étudié à chaque moment du processus.

Code	Désignation	Explication
T d	De haut en bas	Lorsque le concepteur adopte une démarche descendante
B u	De bas en haut	Lorsque le concepteur adopte une démarche ascendante
D e	Décomposition du problème	Lorsque le concepteur décompose le problème
B t	revenir en arrière	Lorsque le concepteur effectue un retour en arrière
O p	opportuniste	Lorsqu'un élément externe influence un changement de stratégie

Tableau 5: « Macro stratégie » (Gero, 1998) traduction de l'auteur.

Code	Désignation	Explication
Analyse du problème		
A p	Analyser le problème	“de quoi va avoir besoin le système...”
C p	Consulter des informations à-propos du problème	“l'énoncé dit qu'il doit être léger...”
E p	Evaluer le problème	“c'est une exigence importante...”
P p	Reporter l'analyse du problème	“je peux trouver ça plus tard”
Proposition de solutions		
P s	Proposer une solution	“la façon de résoudre ça, c'est...”
C I	Clarifier une solution	“je vais le faire un peu en détail...”
R e	Retracer une solution précédente	“cette approche n'est pas bonne...”
D d	Prendre une décision de conception	“Ok. On opte pour cela...”
C o	Consulter des informations extérieures	“quelles sont mes options...”
P p	Reporter une action de conception	“je dois faire... plus tard”
L a	« regarder en avant »	“ces choses sont triviales à faire”
L d	« regarder en arrière »	“est-ce que je peux améliorer la solution?”
Analyse de solutions		
A n	Analyser la solution proposée	“cela marchera comme ça...”
J u	Justifier la solution proposée	“c'est la voie à suivre, car...”
C a	Calculer sur la base de la solution proposée	“comme avant mais avec la calculatrice
P a	Reporter l'analyse de la solution proposée	“j'ai besoin de faire ça plus tard”
E v-	Evaluer une solution proposée	“c'est plus rapide, moins cher, etc....”
Explication de stratégies		
K a	Se référer à l'application de connaissances	“dans cet environnement, il lui faut être ”
K d	Se référer au domaine de connaissance	“je sais que ces composants sont...”
D s	Se référer à la stratégie de conception	“je fait cela à la manière forte...”

Tableau 6: « Micro stratégie » (Gero, 1998) traduit par l'auteur.

En plus de ces dimensions, deux catégories d'action sont utilisées pour décrire les stratégies utilisées (tableau 5 et 6). La première catégorie d'action est celle de la « macro stratégie » qui désigne l'approche globale du concepteur vis-à-vis du problème et qui se divise en cinq différentes macro-stratégies (tableau 5). La seconde catégorie d'actions est celle de la « micro stratégie ». Elle est constituée d'actions de conception de courte durée, classées d'après le modèle global « analyse- synthèse – évaluation » d'Asimow (Arrouf, 2006).

b- Le travail élaboré par Suwa & al (1998), présente un schème de codification, où les différentes actions cognitives du concepteur sont codifiées par le biais de quatre catégories d'actions (Suwa, Gero & Purcell, 1998 ; Suwa et Tversky, 1997). Celles-ci décrivent les types d'informations et les connaissances manipulées par le concepteur (tableau 7), ainsi que leur mode de manipulation. Ces catégories d'actions sont:

Catégorie	nom	description	Exemple
Physique	D-action	Dépeindre	Lignes, cercle, rangées, mots
	L-action	Regarder les figures précédentes	–
	M-action	Autres actions physiques	Déplacer un crayon, déplacer des éléments, gestes
Perceptuelle	P-action	Faire attention à des caractéristiques physiques des éléments	Formes, tailles, textures
		Faire attention aux relations spatiales entre éléments	Proximité, alignement, intersection
		Organiser ou comparer des éléments	Groupement, similarité, contraste
Fonctionnelle	F-action	Explorer les interactions entre artefacts et les personnes/nature	Fonctions, circulation des personnes, vues, éclairage
		Considérer les réactions psychologiques des gens	Fascination, motivation
Conceptuelle	E-action	Faire des évaluations préférentielles et esthétiques	Aimer-détester, bon-mauvais, beau-laid
	G- action	Installation des objectifs	–
	K-action	Réutiliser les connaissances existantes	–

Tableau 7: Les différentes catégories d'action selon Suwa, Gero et Purcell, 1998 d'après Arrouf (2012).

- La catégorie d'action physique, relative aux descriptions physiques sur papier. Elle se divise en trois types.
 - La catégorie d'action perceptive, relative aux actions de perception des éléments représentés sur le dessin. Cette catégorie se compose de trois sous-classes.
 - La catégorie d'action fonctionnelle, relative aux actions de conception d'informations non visuelles. Cette catégorie se compose de deux sous-classes.
 - La catégorie d'action conceptuelle, relative aux actions cognitives qui ne sont pas des descriptions physiques ou des perceptions d'éléments. Elle contient trois types d'actions.
- c-** Le travail élaboré par Arrouf (2006), présente un modèle de codification qui s'inscrit dans l'approche orientée-contenu. Ce travail a développé une nouvelle technique d'observation du travail de conception et a fourni une méthode de codification des recueils d'observation selon le modèle sémio-morphique de l'activité de conception.

2-1) Le modèle sémio-morphique de l'activité de conception

Le modèle élaboré par Arrouf (2006; 2012), se base sur le concept de système, défini par Herbert Simon comme étant un environnement interne et un environnement externe, reliés par une interface. Il définit Le processus de conception comme « *un système d'actions nouménales de production et de manipulation d'informations* » (Arrouf, 2006). Ce système d'actions se divise en trois instances principales (figure 4).

Ces instances, sous-systèmes du modèle sémio-morphique, forment à leurs tours des systèmes. Ils se composent également d'environnement internes, d'environnement externes et d'interfaces propres à chacun d'entre eux. L'instance de *virtualisation – computation*, qui constitue l'environnement interne du modèle sémio-morphique, forme le système de production de sens. Elle a à faire avec les données de la situation de conception qui sont primordiales à l'existence du travail de conception. L'instance de *traduction – réalisation* qui est l'environnement externe du modèle sémio-morphique, constitue le système de morphose. L'instance de *mémorisation – échange*, qui est l'interface du modèle sémio-morphique, forme un système de navigation qui assure la liaison entre le système de production de sens et le système de morphose.

1- Le système de production du sens (environnement interne du modèle sémio-morphique de l'activité de conception)

Le système de production du sens se compose de deux grandes instances, la virtualisation et la production du sens. La virtualisation utilise « *la perception qu'a le sujet concevant des données de la situation de conception pour produire des informations initialisant le processus de conception. Son fonctionnement dépend de l'usage que fait le sujet concevant de ses connaissances préalables (expérience, formation, croyances, idéologie, ...)* » (Arrouf, 2006). Elle forme à son tour un système dont les données de la situation de conception constituent l'environnement interne. Son interface est constituée de l'instance des références externes et son environnement externe est l'instance de perception externe.

La production du sens, constitue aussi un système, dans lequel « *sont computés, de manière abstraite, les informations produites par le système de virtualisation de la situation de projet* » (Arrouf, 2006). Son environnement interne est l'instance de conception du sens qui produit et développe du sens. Son environnement externe est l'instance de figuration du sens. Ces deux instances sont reliées par une interface de conception abstraite.

2- Le système de production morphique (environnement externe du modèle sémio-morphique de l'activité de conception)

Le système de la morphose se compose d'un environnement interne qui est « *l'instance de traduction réalisatrice des données fournies par le système de la sémiose, en données morphiques, prêtes à être embrayées sur une réalité phénoménale* » (Arrouf, 2006). C'est l'instance de figuration morphique. Son environnement externe est l'instance d'évaluation des solutions morphiques produites par son environnement interne, appelée conception réalisatrice. Son interface de conception morphique gère la production de la forme.

3- Le système de navigation (interface du modèle sémio-morphique de l'activité de conception)

« *L'interface du modèle sémio-morphique, est un système de mémorisation et d'échange* » (Arrouf, 2006). La perception interne des connaissances produites par le processus, constitue

son environnement interne qui « permet au système de s'observer et de se percevoir afin de réutiliser ses connaissances immédiates » (Arrouf, 2006).

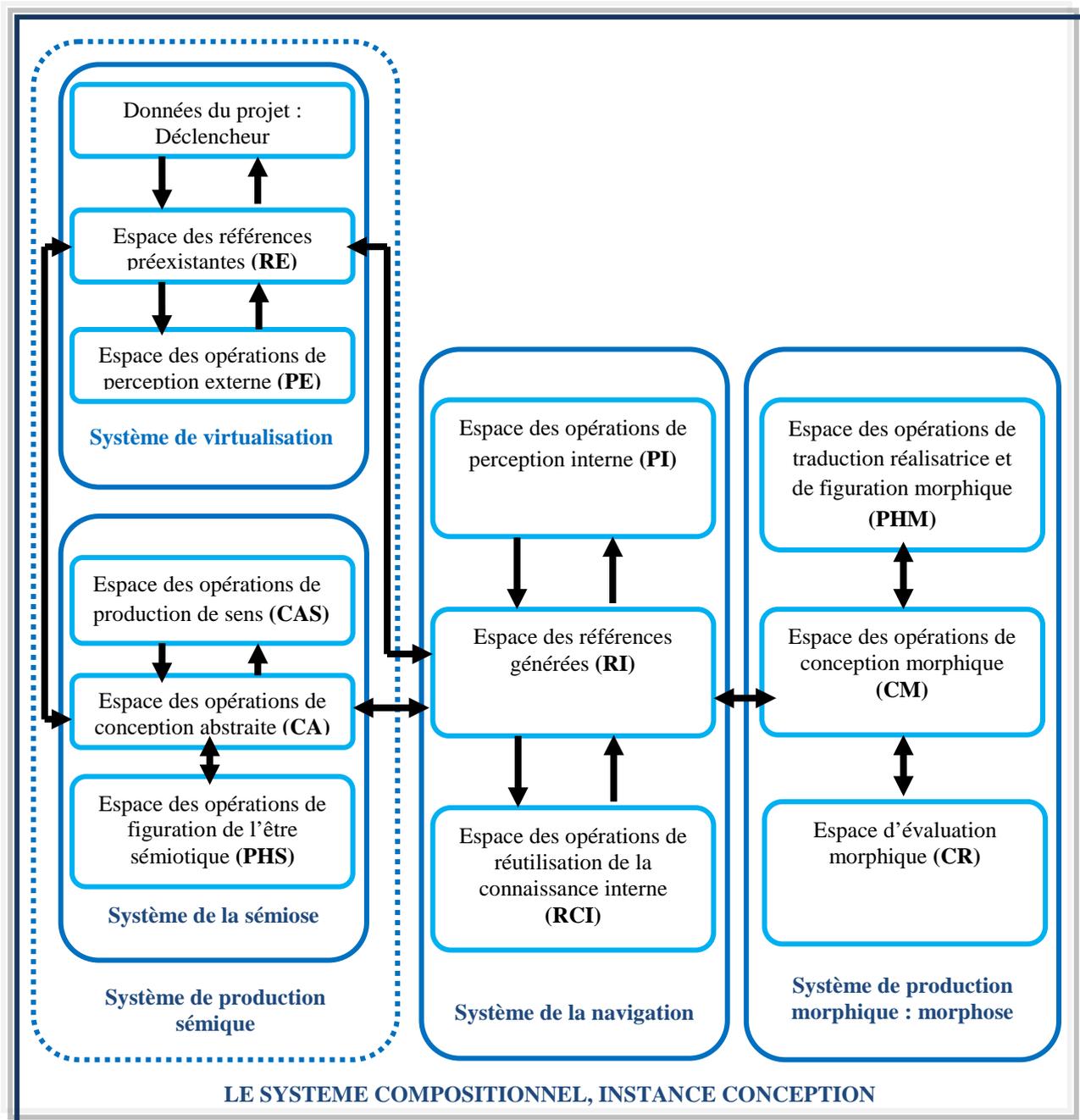


Figure 4: Le modèle sémio-morphique de l'activité de conception (Arrouf, 2006 ; 2012).

Son environnement externe est l'instance de réutilisation de la connaissance interne du processus « qui lui permet de remonter, dans le temps du processus, en vue de réutiliser les

connaissances qui y ont été préalablement produites » (Arrouf, 2006). L'instance de référence quant à elle, constitue l'interface du système « *Elle est le lieu où sont conservées toutes les connaissances générées par le processus et par rapport auquel se font les opérations de référencement* » (Arrouf, 2006).

Ce système de navigation entre les deux environnements du modèle sémio-morphique de l'activité de conception, « *permet le déploiement du temps du processus de conception et donne au sujet concevant les moyens d'aller de l'avant et de revenir en arrière par rapport à ce temps* » (Arrouf, 2006).

2-2) Le modèle de codification d'Arrouf

a) Les onze catégories informationnelles du modèle de codification

Arrouf (2006) a défini un système de codification qui se base sur onze catégories informationnelles.

Catégorie de perception externe (PE)

Cette catégorie, comme son nom l'indique, appartient au niveau cognitif de perception. « *Elle enregistre les informations se rapportant aux actions du processus qui font jouer les mécanismes de la perception* » (Arrouf, 2006).

Catégorie informationnelle	Code Catégorie	Finalité	Sous classes	Code actions	Noèses	Noèmes
Catégorie de perception externe	P E	Perception de la situation de projet		Pa	abstraire les données de la situation de projet en données conceptuelles	données de la situation de projet
				Pi	interpréter les données de la situation de projet de façon spécifique	données de la situation de projet
				Pq	se poser des questions relatives à la situation de projet	données de la situation de projet

Tableau 8: Modèle de codification des recueils d'observation, contenu du descripteur PE (Arrouf, 2006 ; 2012).

Il s'agit des actions de perception des données de la situation de projet ainsi que leurs interprétations par le sujet concevant. Elle contient trois types d'actions qui sont présentées dans le tableau 8 précédent.

Catégorie de référence aux connaissances préalables (RE)

Cette catégorie d'actions souligne le recours du sujet concevant à des informations externes au processus au moment où il fait appel à ses acquis antérieurs (tableau 9). « *Les sciences cognitives ont indiqué que toute tâche cognitive entreprise par les êtres humains est conduite par le biais de connaissances précédentes sur le domaine auquel appartient la tâche (...)* Cette catégorie comprend deux grandes classes d'actions qui sont les actions de référence procédurales et les actions de références substantives» (Arrouf, 2006)

Catégorie informative	Code Catégorie	Finalité	Sous classes	Code actions	Noèses	Noèmes
Catégorie de référence externe	RE	Référenciation à des connaissances préalables	Référenciation Substantive	Rsecd	faire référence aux connaissances substantives du domaine	connaissances substantives du domaine
				Rses	faire référence aux standards substantifs admis par la profession	Connaissances substantives propres à la profession
				Rsee	faire référence à l'expérience substantive personnelle	Connaissances substantives personnelles
			Référenciation Procédurale	Rpecd	Faire référence aux connaissances procédurales du domaine	connaissances procédurales du domaine
				Rpes	Faire référence aux standards procéduraux admis par la profession	connaissances procédurales propres à la profession
				Rpee	Faire référence à l'expérience procédurale personnelle	Connaissances procédurales personnelles

Tableau 9: Modèle de codification des recueils d'observation, contenu du descripteur RE (Arrouf, 2006 ; 2012).

Catégorie des actions de conception abstraite (CA)

La catégorie de conception abstraite appartient au niveau sémantique et contient six types d'actions qui régissent la production du sens par des objectifs, des choix, des stratégies, des décisions et des pertinences (tableau 10).

Catégorie informati nnelle	Code Catégo rie	Finalité	Sous classes	Code actions	Noèses	Noèmes
Catégorie de conception abstraite	CA	inférence d'ordres des niveaux sémanti- ques et perceptifs		Cb	établir des objectifs ou des buts à atteindre	Buts
				Csp	produire des idées d'actions ou des stratégies de conception	Stratégies
				Cd	prendre des décisions	Décisions
				Cc	faire des choix	Choix
				Cpp	identifier des pertinences abstraites, quelque soit leur type	Pertinences
				Dsy	décrire de manière synthétique des stratégies, des pertinences, des décisions, des buts, des sens ou des choix préalables.	Descriptions

Tableau 10: Modèle de codification des recueils d'observation, contenu du descripteur CA (Arrouf, 2006 ; 2012).

Catégorie des actions de production du sens (CAS)

Cette catégorie appartient également au niveau cognitif sémantique, elle consiste à donner et à produire du sens lors du travail de conception. « Elle regroupe les actions à caractère conceptuel qui produisent du sens au sein de l'activité de conception. Elle consigne des actions de conception qui traitent d'informations non morphiques (notions abstraites)» (Arrouf, 2006). Elle regroupe les actions présentées dans le tableau 11 suivant :

Catégorie informati nnelle	Code Catégo rie	Finalité	Sous classes	Code actio ns	Noèses	Noèmes
Catégorie de production du sens	CAS	Genèse et computation du sens		Cncp	Introduire des notions conceptuelles	notions conceptuelles
				Cip	Elaborer des interprétations	notions conceptuelles
				Can	Elaborer des analogies	notions conceptuelles
				Crcm	Recourir à une image mentale en vue d'exprimer une idée	- Images mentales - Notions conceptuelles

Tableau 11: Modèle de codification des recueils d'observation, contenu du descripteur CAS
(Arrouf, 2006 ; 2012).

Catégorie de figuration du sens (FS)

Cette catégorie contient une seule action de conception qui produit des figures du sens, non relatives à la forme de l'objet en conception. *«Elle regroupe les actions de figuration du sens qui produisent soit des figures abstraites, communément appelées figures ambiguës, soit des figures qui schématisent autre chose que la forme de l'objet en conception, tels que diagrammes, organigrammes ou tableaux »* (Arrouf, 2006, 2012)

Catégorie informati onnelle	Code Caté gorie	Finalité	Sous classes	Code actions	Noèses	Noèmes
Catégorie de figuration du sens	FS	Figuration du sens		Fpa	Produire des figures abstraites, communément appelées figures ambiguës ou d'autres figures non morphiques.	- schémas, - diagrammes, - figures non morphiques

Tableau 12: Modèle de codification des recueils d'observation, contenu du descripteur FS
(Arrouf, 2006 ; 2012).

Catégorie de perception interne (PI)

Cette catégorie appartient au niveau cognitif de perception, mais contrairement à la catégorie de perception externe, elle concerne la perception qui a lieu au sein du processus de conception. Elle se divise en deux sous-classes (tableau 13), la première est non-visuelle et

concerne la perception des représentations virtuelles du sujet concevant. Elle «*rassemble les actions qui permettent au sujet concevant d'établir des connexions entre ses propres représentations virtuelles. Elle constitue la part conceptuelle de la catégorie perceptive* ». (Arrouf, 2006)

La deuxième est visuelle et concerne la perception des représentations figuratives du sujet concevant. Elle «*rassemble les actions de perception à fondement visuel. Elle regroupe les actions perceptives qui permettent le fonctionnement de la pensée visuelle* » (Arrouf, 2006)

Catégorie informative	Code Catégorie	Finalité	Sous classes	Code actions	Noèmes	Noèmes
Catégorie de perception interne	PI	Perception interne du processus de conception	Actions de perception des représentations virtuelles :	Ppv	percevoir et interpréter des données abstraites en données visuelles (figures)	- figures, notions, stratégies, buts, décisions, choix, pertinences
			perception non visuelle	Pnvi	percevoir et interpréter des données abstraites en d'autres données abstraites	- notions, stratégies, buts, décisions, choix, Pertinences.
			Actions de perception des représentations figuratives :	Pecv	percevoir et interpréter des données visuelles (figures) en données abstraites.	figures, notions, stratégies, buts, décisions, choix, pertinences
			perception visuelle	Ppvi	Interprétation perceptive visuelle de données visuelles	figures

Tableau 13: Modèle de codification des recueils d'observation, contenu du descripteur PI (Arrouf, 2006 ; 2012).

Catégorie de référence aux connaissances produites par le processus (RI)

C'est une catégorie référentielle interne qui appartient au niveau cognitif perceptif. Elle permet de créer des références et de les utiliser (tableau 14). Elle permet au sujet concevant «*de se constituer un réservoir de connaissances propres à la situation de conception particulière qu'il est en train de traiter et des actions qui permettent l'exploitation de ce*

réservoir. Elle correspond à « la mémoire temporaire » (short-lasting memory) décrite par Gero (2001) » (Arrouf, 2006).

Catégorie informative	Code Catégorie	Finalité	Sous classes	Code actions	Noèses	Noèmes
Catégorie de référence interne	RI	référenciation interne		Rcr	Générer des références internes	notions abstraites, décisions, choix, buts, descriptions, pertinences, analogies, stratégies
				Rrr	Utiliser des références internes préalablement générées	références générées par le processus

Tableau 14: Modèle de codification des recueils d'observation, contenu du descripteur RI (Arrouf, 2006 ; 2012).

Catégorie des actions de réutilisation de la connaissance interne (RCI)

Cette catégorie contient une seule action de conception qui permet au sujet concevant de « revenir en arrière, par rapport au temps du processus, pour réutiliser des informations ou des connaissances qui auraient été préalablement générées » (Arrouf, 2006). Cette catégorie, à la différence de la perception interne, permet de remonter plus loin dans le temps du processus.

Catégorie informative	Code Catégorie	Finalité	Sous classes	Code actions	Noèses	Noèmes
Catégorie de réutilisation de la connaissance interne	RCI	réutilisation des connaissances et informations générées par le processus		Crar	retourner en arrière et reprendre un thème, une idée, un élément, une notion, une stratégie, une pertinence, une interprétation ou une analogie préalable.	Références

Tableau 15: Modèle de codification des recueils d'observation, contenu du descripteur RCI (Arrouf, 2006 ; 2012).

Catégorie des actions de conception morphique (CM)

Cette catégorie (tableau 16) appartient aux niveaux : morphiques, sémantiques et perceptifs à la fois. Elle contient les mêmes actions de conception abstraite qui sont « *appliquées à la conformation morphique de l'objet en conception* » (Arrouf, 2006).

Catégorie informative	Code Catégorie	Finalité	Sous classes	Code actions	Noèses	Noèmes
Catégorie de conception morphique	CM	inférence d'ordres morphiques à la fois des niveaux sémantique, perceptifs et morphiques		Cbm	établir des objectifs ou des buts à atteindre pour la configuration morphique et la conformation de l'objet.	Buts morphiques
				Cspm	produire des idées d'actions ou des stratégies de conception relatives à l'élaboration de la configuration morphique et de la conformation de l'objet.	Stratégies morphiques
				Cdm	prendre des décisions relatives à la configuration morphique et à la conformation de l'objet	Décisions morphiques
				Ccm	faire des choix relatifs à la configuration morphique ou à la conformation de l'objet	Choix morphiques
				Cppm	identifier des pertinences morphiques, quelque soit leur type	Pertinences morphiques
				Dsym	décrire de manière synthétique des stratégies morphiques, des pertinences morphiques, des décisions morphiques, des buts morphiques, des choix morphiques ou des conformations morphiques préalables.	Descriptions morphiques

Tableau 16: Modèle de codification des recueils d'observation, contenu du descripteur CM (Arrouf, 2006 ; 2012).

Catégorie de figuration morphique (FM)

En plus d'une action de traduction qui permet le passage entre le sens et sa figuration, cette catégorie comme l'indique son nom concerne les actions de figuration de l'objet en conception. De ce fait elle se divise en deux sous-classes d'actions (tableau 17), « *La première est celle des actions de traduction réalisatrice des idées et notions abstraites produites par l'activité de conception. La deuxième, est celle des actions de figuration proprement dites* » (Arrouf, 2006). La deuxième classe contient quatre types d'actions, qui correspondent à différentes fonctions des productions graphiques.

Catégorie informelle	Code Catégorie	Finalité	Sous classes	Code actions	Noèses	Noèmes
Catégorie de figuration morphique	FM	Figuration et manipulation de la forme de l'objet en conception	Traduction du sens en formes	Ct	traduire des données abstraites des catégories CA et CAS en notions de réalisation de l'objet recherché	Notions abstraites, décisions, choix, buts, descriptions, figures abstraites, figures morphiques.
				Figuration de la conformation de l'objet en conception	Ffa	figurer des états morphiques intermédiaires abstraits ou ambigus de l'objet en conception
			Frvo		représenter/visualiser des conformations plus élaborées de l'objet en conception.	Figures morphiques élaborées
			Frpo		représenter/prescrire la conformation de l'objet	Figures morphiques abouties
			Fdco		décrire/communiquer de manière figurative la conformation finale de l'objet conçu.	Figures morphiques définitives

Tableau 17: Modèle de codification des recueils d'observation, contenu du descripteur FM (Arrouf, 2006 ; 2012).

Catégorie des actions d'évaluation (CR)

Cette catégorie concerne les actions d'évaluation des différentes configurations morphiques élaborées par rapport aux buts, aux stratégies, aux pertinences, identifiées par le processus, et

relativement aux productions morphiques préalablement établies (tableau 18). Elle regroupe quatre actions qui sont présentées dans le tableau suivant.

Catégorie informative	Code Catégorie	Finalité	Sous classes	Code actions	Noèses	Noèmes
Catégorie d'évaluation	CR	évaluation des conformations élaborées tout au long du processus		Ceb	évaluer des solutions produites par rapport à des buts préétablis	- figures morphiques - références de buts
				Cec	évaluer des solutions en les comparant entre-elles	Figures morphiques
				Ces	évaluer des solutions par rapport à des stratégies préalablement établies.	- figures morphiques - références de stratégies
				Cep	évaluer des solutions par rapport à des pertinences préalablement identifiées	- figures morphiques - références de pertinences

Tableau 18: Modèle de codification des recueils d'observation, contenu du descripteur CR (Arrouf, 2006 ; 2012).

3) Procédure de codification

La procédure de codification se fait simultanément avec celle de la segmentation, selon un ensemble de codes prédéfinis par un modèle qui appartient à l'approche d'analyse adoptée par le chercheur. La relation entre les segments et les codes varie d'une méthode de codification à une autre (Gero & Tang, 2001). Dans le travail de Gero and Mc Neill, un code correspond à un seul segment, alors que dans les travaux de Suwa, Purcell & Gero (1998) et Arrouf (2006), il peut y avoir plus d'un seul code dans un même segment.

Dans le travail élaboré par Suwa & al (1998), les actions du concepteur, dans chaque segment, sont d'abord codifiées sous forme de texte (figure 5). Les codes d'actions sont insérés entre parenthèses (exemple : (L2), (Fr), (G1)...) et chaque code renvoie à une catégorie d'action du modèle de Suwa (tableau 7). L'ensemble des codes obtenus, sont ensuite regroupés dans un tableau selon le modèle adopté par le chercheur. Dans ce tableau, la structure d'un segment

correspond à un schème de codification. Un exemple de codification sous forme de texte est présenté ci-dessous.

« Tout en revisitant la note '40 000 pieds carrés (L2) qu'il avait laissée sur un croquis, et en l'interprétant à nouveau comme la taille de l'immeuble (Fr), il établit un objectif, «dessiner un bâtiment de cette taille sur le papier» (G1). Ses mots, « OK, le bâtiment est ensuite » suggèrent l'existence de cet objectif. Parce qu'il a remarqué que le bâtiment devrait être la moitié (Fnp) de la taille du parking, il a décidé de couper le rectangle pour le parking en deux... etc.»

Figure 5: Extrait du texte de codification (Suwa & al, 1998) traduction par l'auteur ⁵.

Dans le travail élaboré par Gero & Mc Neill (1998), la codification du contenu des segments se fait dans des colonnes réservées sur le tableau (tableau 19). Trois colonnes sont destinées à la codification des données selon le modèle adopté par le chercheur. La première colonne de codification correspond aux dimensions de navigation (tableau 4), la deuxième colonne enregistre les micros stratégies (tableau 6) tandis que la seconde enregistre les macros stratégies (tableau 5).

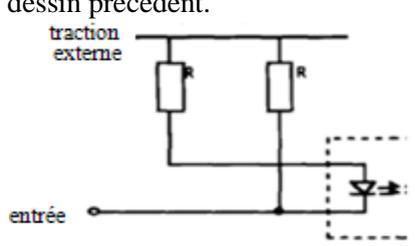
Le temps	PD	Mi	Ma	Le dialogue (verbalisation)	Les actions
22 :04	IS	Ps	Bu	Une résistance quelconque qui est fixée par la traction externe et cela devient notre entrée du monde extérieur et ce qui arrive maintenant, c'est que quand... c'est un	
22 :18	IB	An	Bu	une entrée active basse ne marche pas parce que dans des circonstances normales, le LED est off s'il n'y a rien de connecté à ça. Le LED est off...quand nous tirons ça jusqu'au sol ça sera la façon dont l'entrée fera allumer le LED, ça semble raisonnable...	<p>Ajouter ce qui suit à la gauche du dessin précédent.</p> 

Tableau 19: Extrait du tableau de segmentation/codification (Gero & Mc Neill, 1998) traduction de l'auteur.

⁵ Le texte original « While revisiting the memo '40 000 sq. ft' (L2 in Figure 2a) that he had left on a sketch, and interpreting it again as the size of the building (Fr), he set up a goal, 'draw a building of this size on paper' (G1). His words, 'OK, building is then', suggest the existence of this goal. Because he noticed that the building should be half (Fnp) the size of the parking lot, ...» (Suwa et al, 1998)

Dans le modèle de description (tableau 20) élaboré par Arrouf (2006), les lignes du tableau sont réservées aux segments, tandis que les colonnes enregistrent une pluralité d'informations dont : le numéro du segment, le matériau ou le contenu du segment, les noèses, les noèmes, l'indice d'occurrence et la finalité de l'action en question. Les colonnes rapportent également les deux niveaux de codification que sont les catégories d'actions et les actions précédemment présentées dans les tableaux de 8 à 18.

N° seg	Matériau	Noèses	actant	temps	Noèmes	Qualif	Code action	Code catég	Indic. occurrence	Finalité
01	Un cube : on va dire qu'est-ce qu'un cube ?	Questionnement relatif au cube donné	On	-présent -infinitif	-cube		Pq	PE	n	Questionnement relatif à la situation de conception.
02	La réponse à cette question ne va pas nous donner un grand résultat.	Evaluation de la question à travers celle de sa réponse	La réponse à la question	-présent -infinitif	-réponse -question -résultat	grand	Rpee	RE	n	Evaluation procédurale faite relativement à des connaissances personnelles

Tableau 20: Extrait du tableau de segmentation/ codification (Arrouf, 2006).

C. La reproductibilité de la codification

L'opération de codification est relative et peut être erronée. Afin d'éliminer ce risque, les recueils d'observations sont doublement codifiés. L'une des codifications est sélectionnée suivant un processus d'arbitrage (Mc Neill, Gero & Warren, 1998). L'objectif de ces passages multiples est de rendre le processus de codification aussi objectif que possible et d'éviter les interprétations personnelles du codeur. La fiabilité de la codification finale est définie par le degré d'accord entre plusieurs codifications.

L'arbitrage consiste à déterminer des compromis entre les deux versions de codification divergentes, issues du premier et deuxième passage de codification. L'arbitrage peut aboutir à la sélection de la première codification ou de la seconde, comme il peut conduire à l'élaboration d'une nouvelle codification. Parmi les méthodes qui ont été utilisées pour garantir la fiabilité de la codification des recueils d'observation, on cite la méthode Delphi, la méthode Delft et la méthode des deux codifications successives.

1) La méthode Delphi

Cette méthode est définie par Linstone and Turroff (1975) comme une méthode de structuration du processus de communication de groupe. Elle a été appliquée dans différents domaines et apparait sous différentes formes. Dans le champ de la codification des recueils d'observation (figure 6), cette méthode se présente comme suit.

Les recueils sont codifiés par deux codeurs. Chaque codeur fait un premier passage de transcription puis un second, où la segmentation et le codage se font en même temps (Mc Neill, Gero & Warren 1998). Il ya une pause de dix jours qui sépare les deux codifications, ainsi que la comparaison des deux résultats et l'exécution du processus d'auto-arbitrage. Le premier et le deuxième passage se font de la même façon mais sans aucune référence l'un à l'autre.

Après l'auto-arbitrage, les deux codeurs combinent leurs résultats dans un processus d'arbitrage commun. En cas de désaccord, chaque codeur fournit les raisons de ses résultats particuliers. Un résultat arbitré par accord est atteint de manière consensuelle.

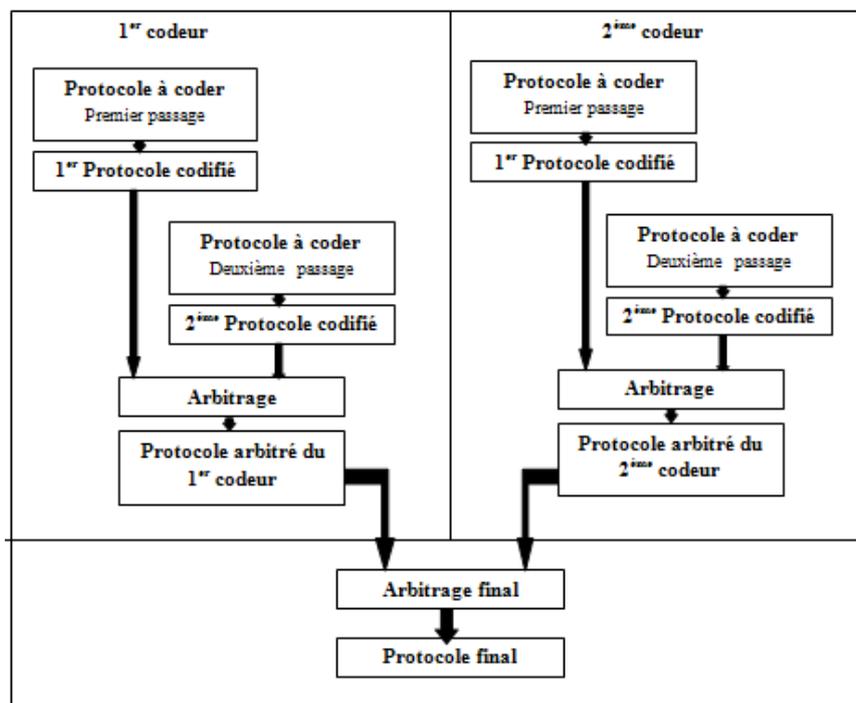


Figure 6: La méthode Delphi d'après Mc Neill, Gero & Warren, 1998.

2) La méthode Delft

La méthode Delft encapsule les quatre phases de la méthode Delphi citées ci-dessus. C'est une variante de cette dernière dans laquelle le nombre d'experts est réduit à un seul codeur qui fait les deux passages de codification ainsi que l'arbitrage (Gero & Mc Neill, 1998), comme indiqué ci-dessous (figure 7).

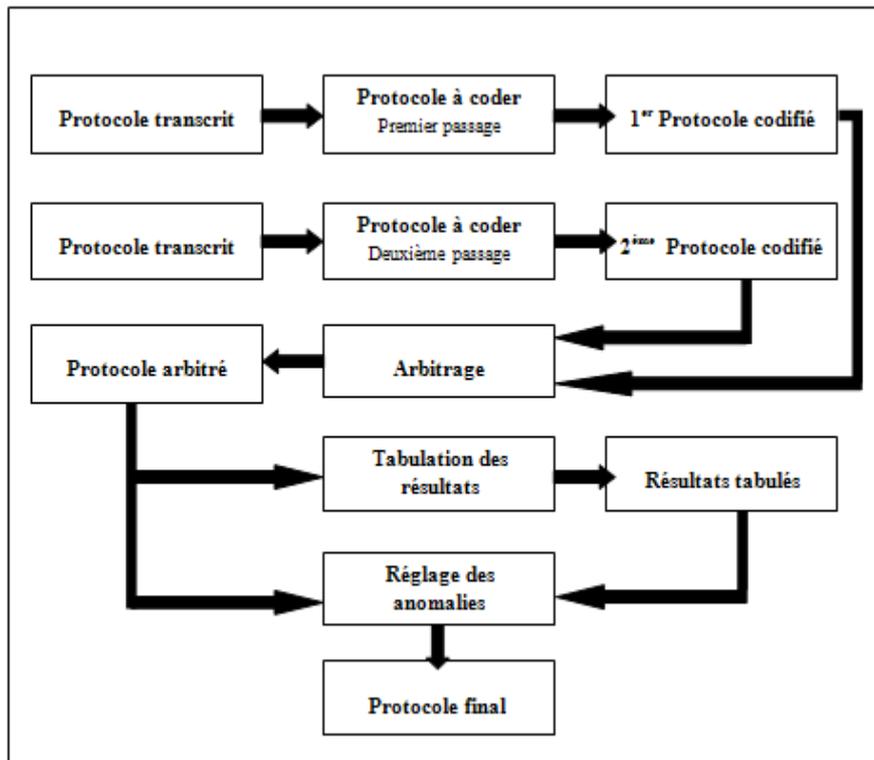


Figure 7: La méthode Delft d'après Gero & Mc Neill, 1998.

3) La méthode des deux codifications successives

Cette méthode est présentée dans le travail élaboré par Suwa & al (2001). Le premier auteur effectue la codification en utilisant une série répétée de passages pour augmenter sa fiabilité. Dès qu'il a terminé la codification des données du recueil pour la première fois, il codifie les mêmes données pour une deuxième fois, sans consulter la codification précédente (figure 8).

Quand il y a une différence, les mêmes données sont codifiées pour une troisième fois, sans consulter les codifications précédentes. Les erreurs ou les incohérences qui peuvent exister sont éliminées par ces passages répétés (Suwa, Tversky, Gero & Purcell, 2001).

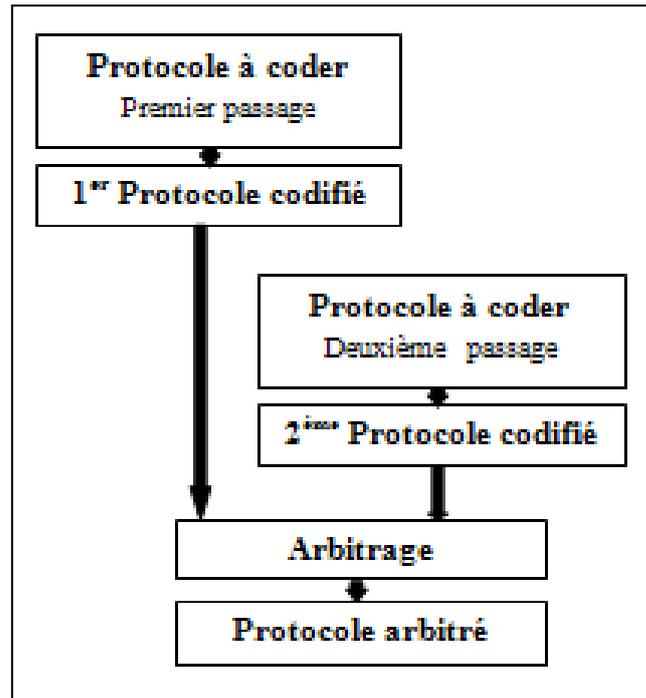


Figure 8: La méthode des codifications successives d'après Suwa & al, 2001.

Cette méthode se distingue par le fait qu'un seul et unique codeur effectue la double codification successivement, ainsi que l'arbitrage des deux résultats afin de produire une codification finale (Suwa, Purcell & Gero 1998).

III-II-II- Le traitement des données

Les données recueillies, après la description (segmentation et codification), deviennent structurées, mais aucune lecture de résultats n'est possible à ce stade. Pour les rendre intelligibles, les données recueillies et traduites sous forme de codes enchainés, sont soumises à un traitement par le biais d'une ou de plusieurs analyses.

Les objectifs de la recherche sont le moteur premier de traitement des données. En partant de leurs hypothèses ainsi que de leurs objectifs d'étude, les chercheurs optent pour le mode de traitement à même de révéler les réponses recherchées. Les techniques de traitement adoptées peuvent s'intéresser à l'ensemble des données ou à des parties de celles-ci, afin de détecter les logiques cachées selon les hypothèses de l'étude.

Tableau récapitulatif

			Les moments de l'analyse des recueils d'observation	Les différentes techniques et approches	Les procédures
analyse des recueils d'observation	Collecte des données			Technique des protocoles simultanés	déroulement de l'expérience avec verbalisation simultanée
				Technique des protocoles rétrospectifs	1^{ère} étape : déroulement de l'expérience 2^{ème} étape : déroulement de la verbalisation rétrospective
	Analyse des données recueillies	Description des données recueillies	La segmentation	Approche orientée-intentions	Segmentation des données recueillies selon les intentions du concepteur.
				Approche orientée événements de la verbalisation	Segmentation des données recueillies selon les événements de verbalisation.
			La codification	Selon un modèle cognitif et informationnel préalablement établi.	Codification des données recueillies selon un modèle cognitif et informationnel élaboré.
				La méthode Delphi	Deux codificateurs qui font les deux codifications séparées par un intervalle de temps, ensuite l'arbitrage individuel et enfin un arbitrage commun.
			La méthode Delft	Un seul codificateur qui fait les deux codifications séparées par un intervalle de temps, ensuite l'arbitrage.	
			La méthode des deux codifications successives	Un seul codificateur qui fait les deux codifications successives puis l'arbitrage.	
	Traitement des données recueillies			Selon les objectifs de la recherche	

Tableau 21: Tableau récapitulatif des moments et procédures de la méthode d'analyse adoptée par ce travail.

A ce stade, l'appareillage méthodologique adopté est synthétisé dans la figure 9 qui résume les choix concernant les deux principales phases de l'analyse que sont l'élaboration des recueils d'observation et leur analyse.

1) Elaboration des recueils d'observation

La technique de verbalisation : elle détermine le déroulement du travail expérimental. Les deux techniques, simultanée et rétrospective, sont équivalentes, mais le protocole simultané révèle plus d'informations au début du processus de conception. Il permet de connaître les pensées du concepteur au fur et à mesure de leur émergence et dans le même ordre de leur apparence. Ceci révélera plus facilement, l'impact de la visualisation d'images de précédents

sur la temporalité de genèse de l'idée. Quant aux inconvénients, dus aux pauses de verbalisation, ils seront minimisés par les directives de verbalisation, fournies par l'expérimentateur, lors de la situation d'expérimentation, ainsi que par l'expérience acquise grâce à l'exercice préliminaire.

Les recueils d'observation : les informations révélées par le protocole simultané sont variées. Dans le cas de la conception architecturale, les productions graphiques comportent des informations importantes relatives aux pensées du concepteur (Arrouf, 2006). C'est pourquoi, l'analyse portera, à la fois, sur la verbalisation du sujet concevant et sur ses productions graphiques.

Le déroulement de l'expérience : Peu de travaux de recherche ont fourni une description abondante des différentes phases de l'expérience, notamment dans le cas de protocole simultané. Ce travail adopte le déroulement de l'expérience présenté par Mc Neill, Gero et Warren (1998).

2) Analyse des recueils d'observation

L'approche d'analyse des recueils d'observation : Notre intérêt est la connaissance et la compréhension des interactions cognitives, qui peuvent exister entre le concepteur et les images de précédents architecturaux visualisées. Ceci signifie que notre analyse se focalise sur les changements potentiels au niveau des actions cognitives qui composent le processus de conception, suite à la visualisation des dites images. C'est pourquoi cette étude adopte l'approche orientée-contenu.

La segmentation : La segmentation est ici orientée-intention. Elle considère chaque élément graphique comme un segment à part entière (Arrouf, 2006 ; 2007).

La codification : Ce travail adopte le modèle de codification élaboré par Arrouf (2006 ; 2012). Etabli à partir des systèmes de codification respectivement développés par Suwa et Tversky (1997), Suwa, Gero & Purcell (1998), Mc Neil et al. (1998), ce système se base sur onze catégories informationnelles appartenant, chacune, à un niveau cognitif donné. Il permet une codification plus riche et détaillée en matière de contenu actif du processus de conception.

La reproductibilité de la codification : Les différentes techniques de codification sont équivalentes en matière de fiabilité. Cependant, pour des raisons de disponibilité de codeurs et de faisabilité dans le temps, on a opté pour la méthode des deux codifications successives.



Figure 9: Les moments et procédures de description des recueils d'observation, adoptés par cette étude.

IV- Protocole d'analyse

Après la construction de l'appareillage méthodologique adopté par notre recherche, cette partie du mémoire est consacrée à l'élaboration d'un protocole d'analyse à même de permettre la concrétisation de ses objectifs, de fournir des réponses à ses questions et de valider ou d'invalider ses hypothèses. Il consiste en trois niveaux d'analyse correspondant chacun à une hypothèse de la recherche. La figure 10 ci-dessous présente le protocole d'analyse avec ces différents niveaux.

Niveau 1 : Mesure du degré d'influence de la visualisation d'images de précédents sur le processus de genèse de l'idée.

Le premier niveau d'analyse vise de vérifier l'hypothèse N°1 « La visualisation d'images de précédents architecturaux, issues d'internet et relatives au projet de conception architecturale, en amont du travail de conception, a un impact sur la genèse de l'idée ».

Ce premier niveau d'analyse se compose de trois mesures :

- Mesure du degré d'influence de la visualisation d'images de précédents sur la productivité du processus
- Mesure du degré d'influence de la visualisation d'images de précédents sur la morphologie du processus.
- Mesure du degré d'influence de la visualisation d'images de précédents sur la créativité du processus.

Ces mesures analysent le contenu du processus de conception, via le modèle sémiomorphique de l'activité de conception (Arrouf, 2006 ; 2007), sur trois plans différents. La première mesure étudie la qualité du processus de conception, selon la notion de *la productivité*, développée par Goldschmidt (1995) et appliquée dans ce travail à l'échelle des actions de conception du modèle sémiomorphique (Arrouf, 2006 ; 2007).

La deuxième concerne l'aspect morphologique du processus. Elle se focalise sur le mode de sollicitation des actions de conceptions du modèle sémiomorphique (Arrouf, 2006 ; 2007). La dernière mesure, étudie, pour sa part, la créativité du processus sur le plan cognitif, par l'étude de ses *chaînes primitives* (Arrouf, 2006 ; 2007).

Ces trois mesures, permettent de comparer les deux processus analysés selon différents plans et à différentes échelles en allant du global au particulier. Elles renseignent par conséquent sur l'existence éventuelle d'un impact de la visualisation d'images de précédents sur le processus de la genèse de l'idée.

Niveau 2 : Mesure des modalités d'influence de la visualisation d'images de précédents sur le processus de genèse de l'idée.

Le deuxième niveau d'analyse vise à vérifier l'hypothèse N° 2 : « L'impact sur la genèse de l'idée, de la visualisation d'images de précédents architecturaux, issues d'internet et relatives au projet de conception architecturale, en amont du travail de conception, opère selon deux modalités ».

Ce niveau se divise en deux volets, le premier vérifie l'existence d'une modalité temporelle qui réduit le temps de genèse de l'idée et influence l'économie du processus. Il se compose de trois mesures :

- Mesure de l'influence de la visualisation d'images de précédents sur la durée totale du processus.
- Mesure de l'influence de la visualisation d'images de précédents sur le temps nécessaire à l'émergence de l'idée sémique.
- Mesure de l'influence de la visualisation d'images de précédents sur le temps nécessaire à l'émergence de l'idée morphique.

Ce premier volet, compare les deux processus analysés en matière de temps. En premier lieu, il compare le temps total, consommé par l'activité de genèse de l'idée. Ensuite, il compare les processus avec et sans visualisation d'images en fonction du moment d'émergence de l'idée conceptuelle et de l'idée morphique. Ces trois mesures, constituent les modalités temporelles qui renseignent sur le mode opératoire de la visualisation d'images de précédents au sein du processus de genèse de l'idée.

Le second volet de ce deuxième niveau d'analyse a pour but de vérifier l'existence d'une modalité de filiation qui peut prendre l'une des deux formes idéale ou morphique. Ce volet se divise, à son tour, en deux parties selon le type de filiation.

La première partie concerne la filiation idéale, elle se compose de :

- La mesure de la filiation idéale.
- La détermination de la nature de la filiation idéale.
- La détermination de la relation entre filiation idéale et temporalité du processus de genèse de l'idée.

La deuxième partie concerne la filiation morphique, elle se compose de :

- La mesure de la filiation morphique.
- La détermination de la nature de la filiation morphique.
- La détermination de la relation entre filiation morphique et temporalité du processus de genèse de l'idée.

L'étude de la relation entre les deux modalités de filiation, constitue la troisième et dernière partie du second volet du deuxième niveau d'analyse.

Niveau 3 : Mesure de la relation entre la visualisation d'images de précédents et l'originalité des conceptions produites.

Le troisième niveau d'analyse vérifie l'hypothèse N°3 : « La visualisation d'images de précédents architecturaux, issues d'internet et relatives au projet de conception architecturale, en amont du travail de conception, a un impact sur l'originalité de l'idée générée ».

Ce dernier niveau d'analyse se compose de quatre points :

- La mesure de l'originalité des conceptions produites.
- L'étude de la relation entre originalité et temporalité de la genèse de l'idée.
- L'étude de la relation entre originalité et filiation idéelle.
- L'étude de la relation entre originalité et filiation morphique.

Ce niveau d'analyse, mesure l'originalité des conceptions produites. Il compare le classement de l'originalité des différentes conceptions produites, par le biais d'un jury d'évaluation. Il renseigne sur l'existence éventuelle d'un impact de la visualisation d'images de précédents sur l'originalité de l'idée générée.

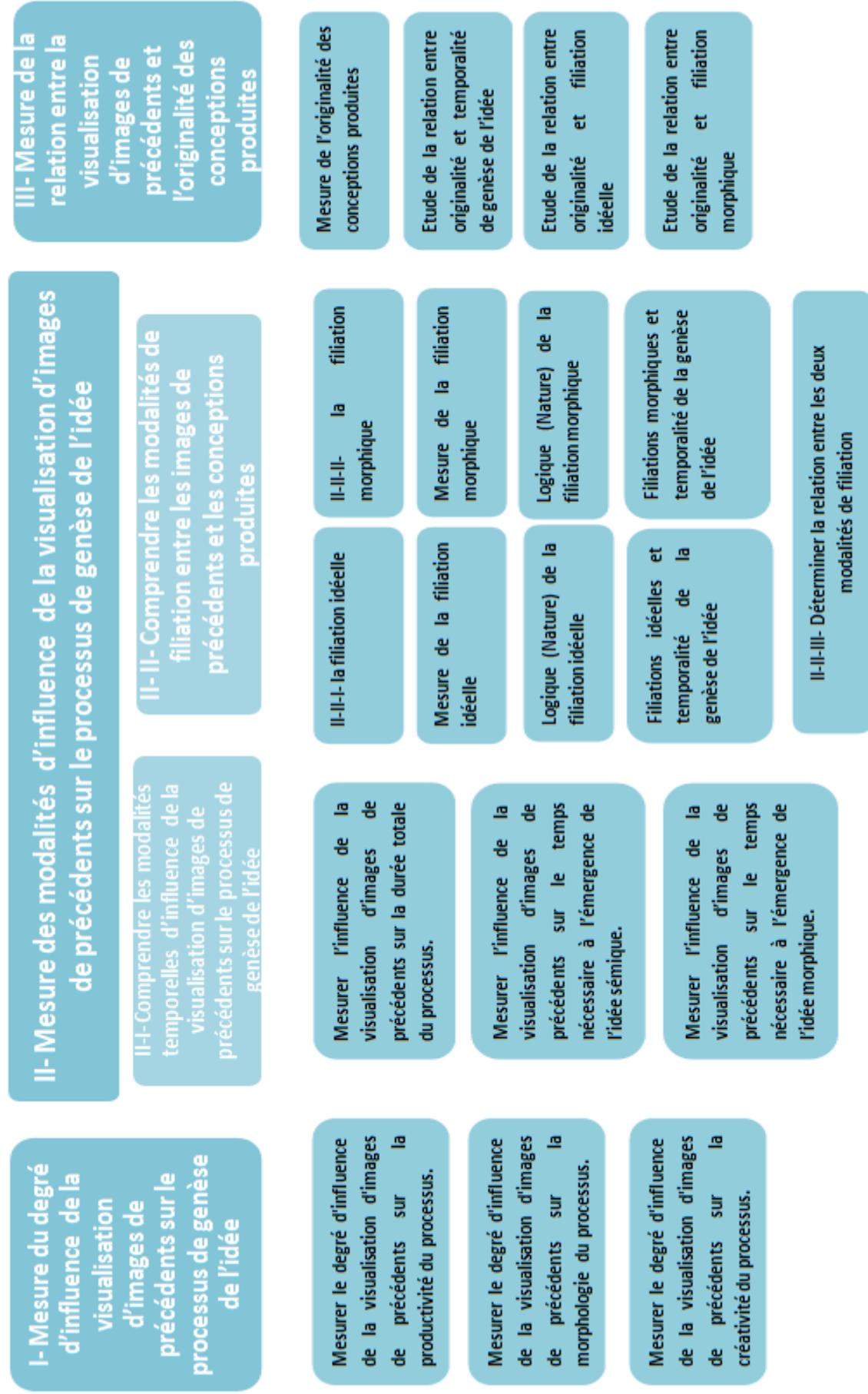


Figure 10: le protocole d'analyse.

Conclusion

Ce chapitre présente la méthode d'analyse des recueils d'observation et ses différents moments et techniques. Il présente en particulier le modèle de codification d'Arrouf qui constitue l'outil clé de cette analyse. Ce dernier permet une nouvelle approche de codification du travail de conception, particulièrement valable pour l'étude de l'impact de la visualisation d'images de précédents sur la genèse de l'idée architecturale.

Ce chapitre construit l'appareillage méthodologique adopté par cette recherche. Les acquis méthodologiques de ce dernier sont appliqués, pour l'élaboration des recueils d'observation et la description des données issues de ces recueils, dans le chapitre suivant.

**DEUXIEME
CHAPITRE**

**L'ANALYSE DES
RECUEILS
D'OBSERVATION**

DEUXIEME CHAPITRE : L'ANALYSE DES RECUEILS D'OBSERVATION

Introduction

Le chapitre d'analyse se divise en deux parties. La première présente le travail empirique expérimental mené afin d'élaborer les recueils d'observation. Il y est question de la tâche de conception à exécuter, de la méthode de sélection des images de précédents à visualiser par les sujets concevants et du corpus retenu.

La deuxième partie présente quant à elle la description et l'analyse des données recueillies par l'expérience. Elle reprend la méthodologie présentée au précédent chapitre et aboutit au traitement et à l'interprétation des résultats obtenus.

I- ELABORATION DES RECUEILS D'OBSERVATION

1) Présentation de l'expérience

L'expérience organisée doit permettre de collecter les données adéquates à la mesure de l'impact, sur la genèse de l'idée, de la visualisation d'images de précédents architecturaux, issues d'internet, en amont du travail de conception. C'est pourquoi elle porte sur l'exécution, par un groupe d'architectes, de deux travaux de conception distincts et différents. Le premier travail prend la forme d'une commande ordinaire pour la conception d'un abribus. Celle-ci est accompagnée des données usuelles propres à ce genre de situations. Tandis qu'au second travail, les sujets concevants recevront, en plus des données suscitées, des images d'abris-bus préalablement tirées d'internet.

La mise en place de l'expérience nécessite un énoncé, un corpus et une planification de son déroulement, qui sont respectivement présentés ci-dessous.

A. L'énoncé de conception

Pour la tâche de conception, nous avons choisi une situation de conception qui répond aux exigences définies par Dorst (1996). Il s'agit d'une commande ordinaire pour la conception d'un abribus, accompagnée des données usuelles propres à ce genre de situations (figure 11). L'énoncé de conception est présenté sous forme écrite au sujet concevant, et il est lu par l'expérimentateur avant le début du travail.

La tâche de conception de l'expérience préliminaire n'est pas liée à la tâche de conception réelle, mais elle est présentée de la même façon aux sujets concevants. Il s'agit de la conception d'une fontaine d'eau potable au sein d'un jardin public (figure 12).

a. Les images de précédents

a1. Les images de précédents dans la littérature

Les images de précédents font partie de différentes sources d'inspiration. Elles ont fait l'objet de plusieurs études qui visent à identifier leurs impacts sur les conceptions produites. Le travail élaboré par Hui Cai & al (2009) divise ces études selon leurs approches, en deux groupes. Le premier considère les sources d'inspiration comme moyen d'aide à la conception (Malaga, 2000; Mednick, 1962; Christensen and Schunn, 2007; Linsey, Wood and Markman, 2008; Kokotovich and Purcell, 2000; Bhatta, Goel & Prabhakar, 1994; Suwa and Tversky, 1997-b; Novick, 1988; Ball, Ormerod and Morley, 2004). Le second groupe considère les sources d'inspiration comme une cause de fixation (Jansson & Smith, 1991; Suwa, Tversky, Gero & Purcell, 2001; Purcell and Gero, 1996; Perttula and Sipila, 2007; Bonnardel, 2000).

L'utilisation des images dans l'étude menée par Goldschmidt et Smolkov (2006), se fait par l'affichage de ces dernières dans la salle où se fait l'expérience de conception, cette étude vise à comparer la créativité des conceptions issues de trois environnements de travail, sans images, avec des images variées et avec des images de dessins.

Le contenu des images varie selon les objectifs de la recherche, l'utilisation des images de précédents ou des exemples est présentée dans l'étude de Jansson et Smith (1991), où les

sujets concevants ont reçu un seul exemple sous forme imprimé avec l'énoncé de conception. Les résultats de cette étude indiquent que la visualisation cause la fixation des idées produites sur les images d'exemples.

Dans l'étude menée par Hui, Cai & al (2009), les images de précédents font parties d'autres simulateurs (mots clés, diagramme, plan, dessin), une seule image de précédent est fournie au sujet concevant lors de l'expérience, pour une durée de cinq minutes.

Donc les choix relatifs à la quantité, la qualité et le mode de présentation des images de précédents varient selon les objectifs de la recherche.

a.2. les images de précédents dans notre recherche

Pour le deuxième groupe, en plus des données présentées par l'énoncé, les sujets concevants reçoivent des images d'abribus, préalablement tirées d'internet (annexe N°1). Les images de précédents sont regroupées dans un fichier PowerPoint®. Le sujet concevant visualise ces images à volonté, pour une durée maximale de dix minutes, avant d'entamer le travail de conception⁶.

Les images de précédents sont sélectionnées et présentées comme suit :

- Afin d'éviter les aléas de la connexion internet et la perte de temps qui serait due à la recherche d'images, celles-ci sont préalablement tirées d'internet. Ensuite, pour éviter que d'autres paramètres (titre, texte, effet sonore, répétitions,...etc.) viennent influencer la genèse de l'idée, les images retenues sont présentées seules et sans commentaire. Elles sont placées sur ordinateur pour ne pas modifier leur format numérique originel et leur présentation est uniformisée via PowerPoint afin de s'assurer de l'usage d'un même fond par tous les sujets.
- En vue d'augmenter le réalisme de l'expérience, les images choisies sont facilement accessibles sur le net. Elles ont été collectées le 10 octobre 2011, à travers la saisie du

⁶ Le mode de visualisation choisi est du aux considérations suivantes :

- a- La situation de la visualisation des images de précédents au début du processus est due aux standards généralement admis par la profession. La visualisation est en effet, couramment pratiquée en amont du processus, au moment de son entame.
- b- La limitation de la durée de visualisation sert à éviter l'effet de fixation que pourrait engendrer une trop longue exposition aux images.
- c- L'abolition de la visualisation pendant le travail de conception sert à éviter sa probable interférence avec les actions de verbalisation et de conception.

mot « abribus » sur le moteur de recherche d'images « Google[®] », à la fois en arabe, en français et en anglais. Le résultat est un ensemble d'images variées d'abribus existants et virtuels. Les images qui se répètent et celles qui n'ont pas de relation avec notre recherche sont supprimées.

Les données de conception (énoncé et images de précédents) de l'expérience préliminaire et de l'expérience réelle, sont présentées dans les figures 11 et 12 ci-dessous.

- **Enoncés de conception et images de précédents pour l'exercice préliminaire**

<p>Groupe 1</p> <p>Situation de conception sans visualisation d'images de précédents.</p>	}	<p>CONCEPTION D'UN POINT D'EAU POTABLE</p> <p>Concevez un point d'eau potable dans un jardin public. L'eau doit être accessible aux différentes tranches d'âges et l'excès d'eau doit être collecté sans couler autour de la fontaine.</p> <p>IMAGES DE PRECEDENTS TIREES D'INTERNET</p> <p>Un ensemble d'images de points d'eau potable dans des jardins publics, existants ou virtuels, vous est fourni sur l'ordinateur mis à votre disposition. Vous devez les consulter, avant de commencer votre travail de conception et ce dans un laps de temps qui ne dépasse pas les dix minutes.</p> <p>Après l'entame de votre travail de conception, vous n'aurez plus accès à ces images.</p> <p>Exemple des images fournies :</p>					
<p>Groupe 2</p> <p>Situation de conception avec visualisation d'images de précédents.</p>		<table border="0"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					
							
							

Figure 11 : Enoncés de conception de l'exercice préliminaire des deux groupes de conception.

- **Enoncés de conception et images de précédents pour l'expérience réelle**

Groupe 1

Situation de conception sans visualisation d'images de précédents.

CONCEPTION D'UN ABRIBUS

L'abribus est un élément architectural important du paysage urbain. Il permet aux usagers du transport en commun de se protéger des intempéries, du vent et des rayons solaires, lors des périodes d'attente. Concevez un abribus selon le programme suivant :

Surface abritée (Configuration universelle : 160 cm x 382 cm)	6m²
Nombre de places assises	4 places
Hauteur minimale	2m50

IMAGES DE PRECEDENTS TIREES D'INTERNET

Un ensemble d'images d'abribus, existants ou virtuels, vous est fourni sur l'ordinateur mis à votre disposition. Vous devez les consulter, avant de commencer votre travail de conception et ce dans un laps de temps qui ne dépasse pas les dix minutes. Après l'entame de votre travail de conception, vous n'aurez plus accès à ces images. Exemple des images fournies :



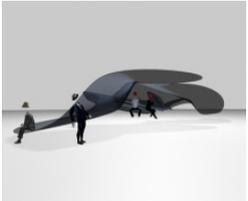






Figure 12: Enoncés de conception de l'expérience réelle des deux groupes.

B. Le corpus

Les participants à l'expérience sont six sujets concevants. Trois hommes et trois femmes qui ont tous une formation d'architecte avec une expérience minimale de deux ans. La

visualisation d'images de précédents divise le corpus en deux groupes de trois architectes chacun. Le groupe numéro un est le groupe qui fait le travail de conception sans visualisation d'images de précédents, tandis que le groupe numéro deux est celui qui fera le travail en visualisant les images de précédents sélectionnées.

Vues les exigences de faisabilité, propres au magister, le travail de conception d'un seul sujet concevant sera, à chaque fois, pris comme support d'analyse.

C. Le déroulement de l'expérience

L'expérience s'est déroulée en deux phases, comme l'indique le tableau 22 ci-dessous. Une expérience préliminaire est suivie par l'expérience réelle.

CORPUS	DEROULEMENT DE L'EXPERIENCE		
	Explication des étapes de l'expérience, de la technique de verbalisation simultanée et des tâches de conception	Expérience préliminaire (10min)	Expérience réelle (45min)
<u>Groupe 1</u> (sans visualisation d'images de précédents architecturaux)	Explication des deux étapes de l'expérience, des tâches de conception et de la technique du protocole simultané	Enoncé de conception d'un point d'eau potable pour jardin public.	Enoncé de conception d'un abribus.
<u>Groupe 2</u> (avec visualisation d'images de précédents architecturaux)	Explication des deux étapes de l'expérience, des tâches de conception, de la visualisation d'images ainsi que de la technique du protocole simultané	Enoncé de conception d'un point d'eau potable pour jardin public + images de précédents	Enoncé de conception d'un abribus + images de précédents d'abribus.

Tableau 22: Le déroulement des différentes étapes de l'expérience pour les deux groupes de sujets concevants.

a. Accueil, présentation de l'environnement de travail et explication de l'expérience

Une fois le sujet concevant présent, il s'installe sur une chaise. L'expérimentatrice le remercie pour avoir accepté de participer et lui présente l'environnement de travail. Elle lui explique l'intérêt du matériel d'enregistrement (figure 13). Deux caméras filment en effet le sujet entrain de concevoir (figure 14).



Figure 13: Photo prise lors de la présentation de l'environnement de travail et l'explication de l'expérience à un sujet du groupe N°1.

Les outils de travail sont ce qu'il y a de plus classique : stylo, crayons et feuilles de calque. Ces dernières constituent le support du travail graphique. Elles ont un format commercial standard et sont numérotées par le sujet concevant au fur et à mesure de la progression de son travail de conception. L'intérêt de chacune des expériences préliminaire et réelle est présenté au participant, ainsi que la durée de temps allouée à l'expérience.

A la fin du travail de conception, les feuilles de calque obtenues, constituent, avec les commentaires et les films enregistrés, les recueils d'observation.

Conformément aux directives fournies par Mc Neill, Gero et Warren (1998), La caméra numéro un filme le sujet concevant de face (figure 15) et enregistre ses différents mouvements. La caméra numéro deux filme, pour sa part, la construction des productions

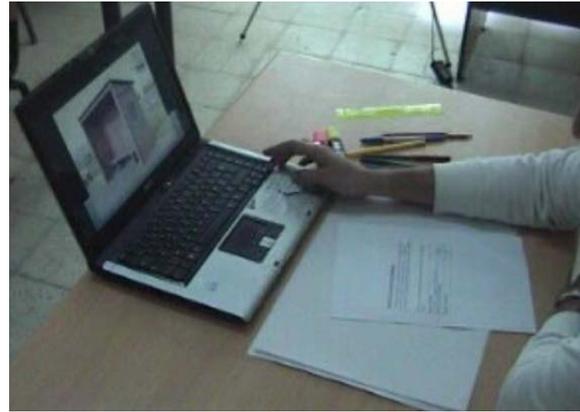
graphiques au dessus de l'épaule du sujet concevant (figure 15). Les deux angles d'enregistrement (figure 14) permettent de bien cerner les actes de ce dernier.



Figure 14: Environnement de travail pour les deux situations (en haut groupe 1, et en bas groupe 2)



CAM N°1



CAM N°2

Figure 15: Captures des caméras N°1 et N°2, cas du groupe de conception avec visualisation d'images de précédents.

- **La technique de verbalisation utilisée**

Conformément à la technique des protocoles simultanés, propres à la méthode d'analyse des recueils d'observation, le sujet concevant verbalise ses pensées à haute voix, sans justifications ni interprétations. Au fur et à mesure de l'avancement du travail, tous ses commentaires sont enregistrés. Il doit éviter, autant que faire se peut, les pauses de verbalisation. En cas d'apparition de celles-ci, l'expérimentateur intervient pour rappeler au concepteur de verbaliser à haute voix.

- **Les tâches de conceptions**

Au moment de chaque expérience, l'expérimentateur lit et explique au sujet concevant la tâche de conception qui l'attend.

b. Les moments de l'expérience

Conformément au protocole d'élaboration des recueils d'observation préalablement défini, l'expérience connaît deux grands moments :

b-1- L'exercice préliminaire

Avant de commencer l'expérience, l'expérimentateur explique au sujet concevant qu'une expérience préliminaire de dix minutes précède l'expérience réelle (Ericsson, 1993, Gero, 2001). L'expérimentateur en profite pour orienter le sujet concevant et répondre à tous ses

questionnements afin de lui assurer une compréhension aussi complète que possible de la tâche qui l'attend.

Pour le groupe (1), l'expérience préliminaire commence par la lecture de l'énoncé après quoi le sujet entame la conception ainsi que la verbalisation de ses pensées (figure 16)

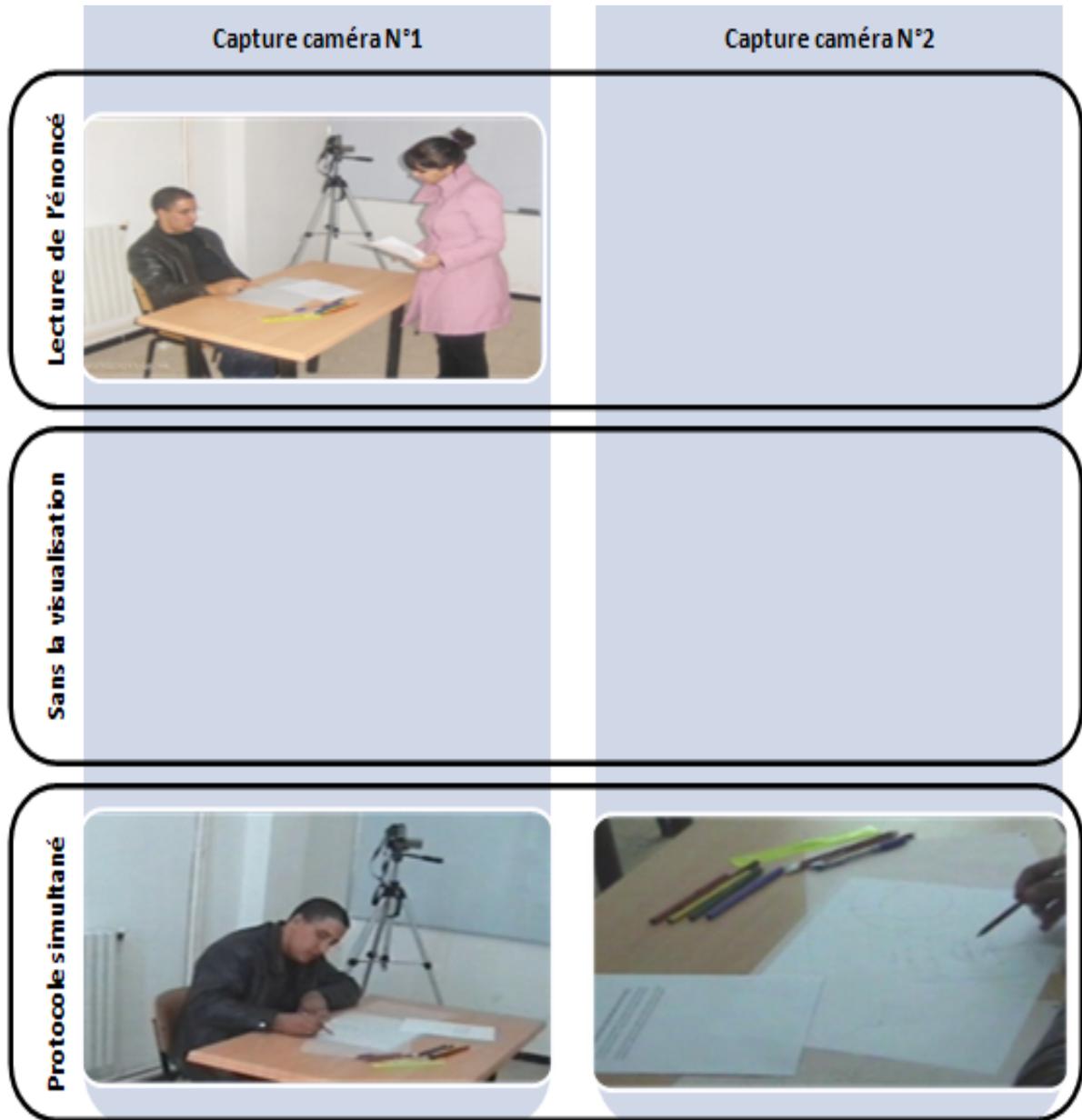


Figure 16: Extrait des enregistrements de l'expérience préliminaire du groupe 1.

Pour le groupe (2), l'expérience préliminaire commence par la lecture de l'énoncé, puis le sujet concevant visualise les images des fontaines d'eau potable, présentées sur PowerPoint. Quand il termine, l'expérimentateur récupère les images, et le concepteur entame la conception ainsi que la verbalisation de ses pensées (figure 17)

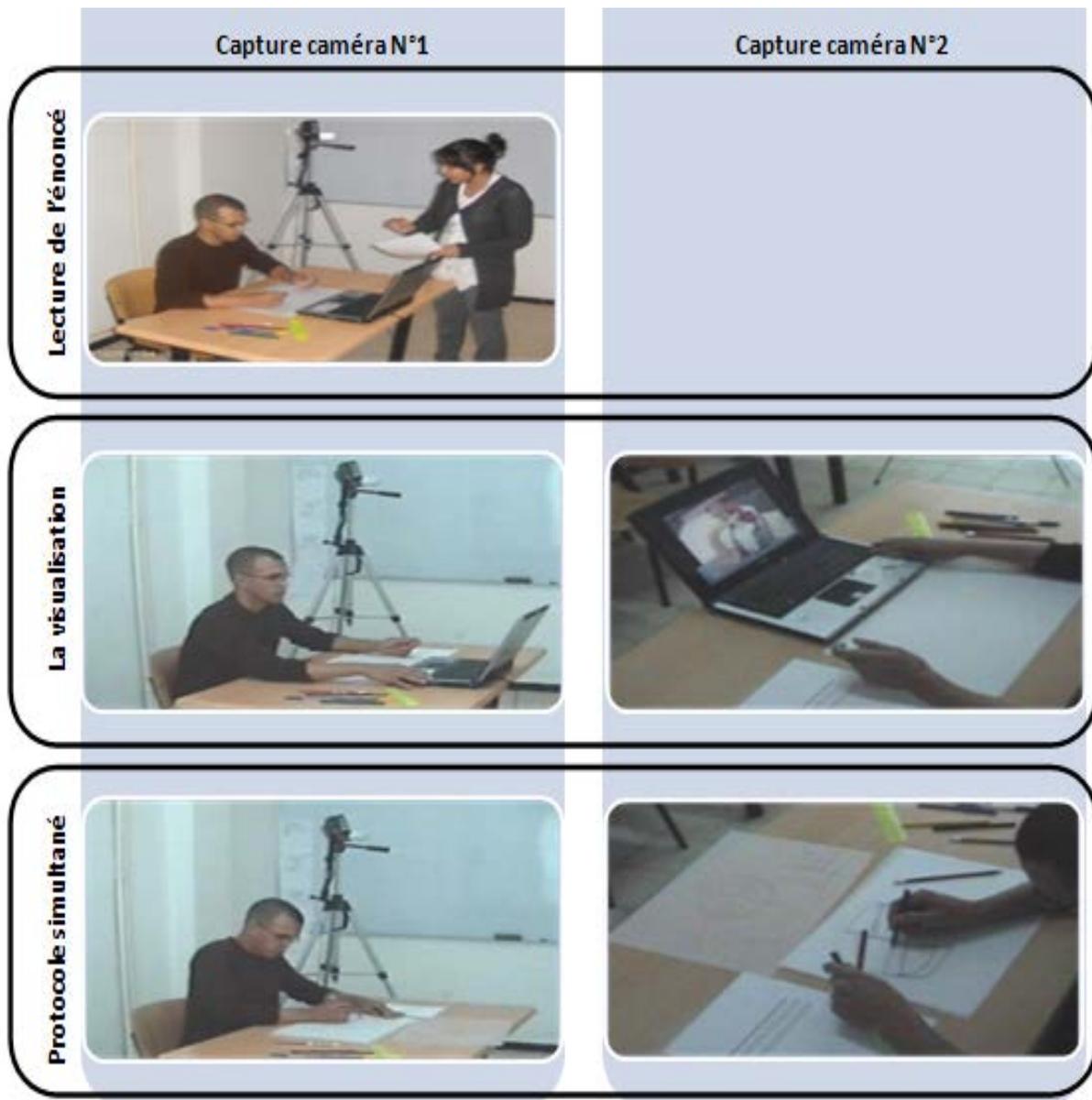


Figure 17: Extrait des enregistrements de l'expérience préliminaire du groupe 2.

- **Evaluation de la performance lors de l'expérience préliminaire**

En plus des conditions d'acclimatation qu'elle offre aux sujets concevants, l'expérience préliminaire permet à l'expérimentateur d'évaluer le degré de compréhension de la technique par le sujet concevant. Il peut intervenir lors et après l'expérience préliminaire afin d'orienter le sujet concevant sur ce qu'il faut corriger ou améliorer pour s'assurer de l'obtention de recueils d'observations complets et exploitables.

Après cette étape d'explication, l'expérimentateur récupère les feuilles de dessins de l'expérience préliminaire et les remplace par de nouvelles feuilles afin d'entamer l'expérience réelle.

b-2- L'expérience réelle

Après l'expérience préliminaire, la capacité du sujet concevant à mettre en œuvre la technique de verbalisation est évaluée afin d'être améliorée dans l'étape suivante. Enfin et conformément au protocole de la méthode d'analyse des recueils d'observation, les sujets concevants disposent de 45 minutes chacun pour élaborer leur travail de conception. Ils sont filmés durant tout le temps que dure ce dernier.

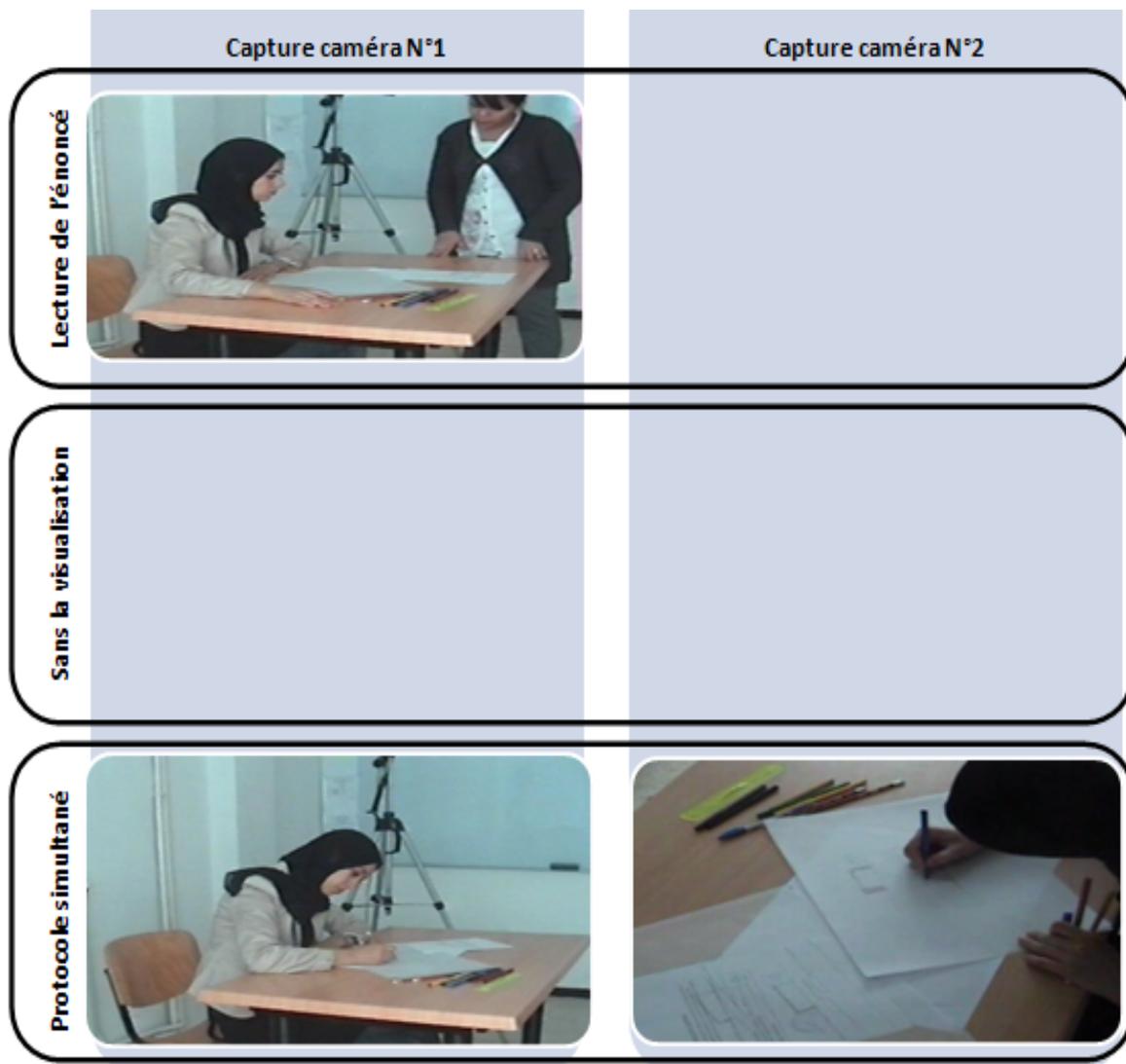


Figure 18: Extrait des enregistrements de l'expérience réelle du groupe 1.

Pour le groupe N°1, l'expérience réelle commence par la lecture de l'énoncé de conception d'un abribus, puis le concepteur entame la conception ainsi que la verbalisation de ses pensées (figure 18).

Pour le groupe N°2 (figure 19), l'expérience réelle commence par la lecture de l'énoncé de conception d'un abribus suivie de la visualisation, par le sujet concevant, des images d'abribus fournis sur ordinateur. Quand il termine, l'expérimentateur récupère les images, et le concepteur entame la conception ainsi que la verbalisation de ses pensées.

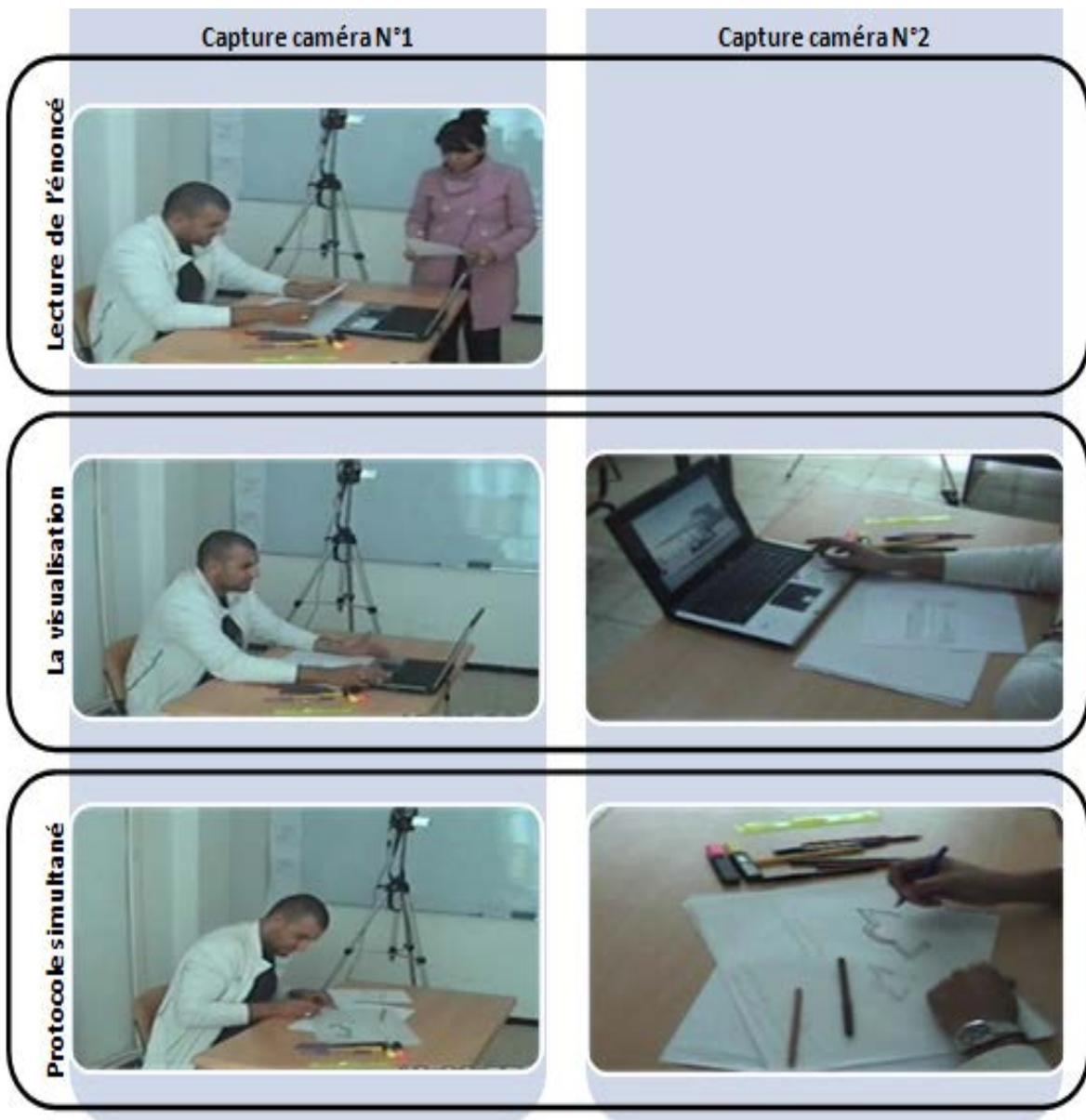


Figure 19: Extrait des enregistrements de l'expérience réelle du groupe 2.

2) Les recueils obtenus

Une fois l'expérience terminée, les données collectées, pour chaque concepteur, constituent le support de l'étape d'analyse. En plus des données graphiques, les données verbales et gestuelles du sujet concevant, enregistrées sur vidéo tout au long de l'expérience, sont transcrites afin d'être analysées par la suite.

Chaque concepteur produit un recueil d'analyse. Certains sujets concevants (A1 et A2), ont élaboré deux propositions totalement différentes, dans le temps qui leur a été imparti. Dans ce cas, le recueil se divise en deux processus indépendants (figure 20).

Seuls deux recueils, sont analysés par la méthode d'analyse des recueils d'observation. Les autres productions (annexe N°2 et 3) issues des différents groupes font l'objet d'analyses complémentaires.

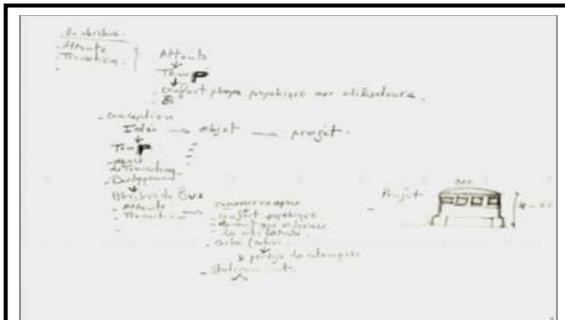
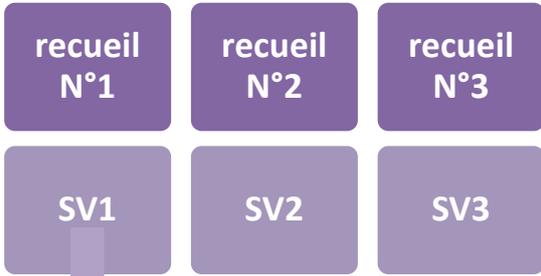
2-1- La sélection des recueils d'observation à étudier

Trois recueils sont issus de chacune des deux situations de conception. Ceux du groupe de conception avec visualisation sont codés « AV1, AV2, AV3 », tandis que les recueils issus du groupe de conception, sans visualisation, sont codés « SV1, SV2, SV3 » (figure 20).

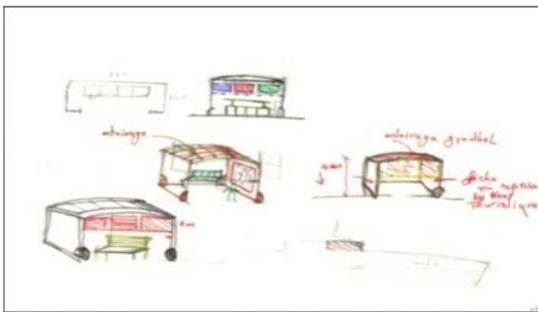
Concernant les deux sujets concevants, du groupe de conception avec visualisation d'images de précédents, qui ont produit deux idées différentes ; leurs travaux sont divisés chacun, en deux recueils distincts. Le travail N°1 est divisé en deux recueils qui sont (AV1 et AV1'), le travail N°2 est à son tour divisé en deux recueils qui sont (AV2 et AV2').

Un seul recueil parmi les trois, qui composent chaque groupe, fait l'objet de l'analyse des recueils d'observation (figure 20). En vue de s'assurer de l'objectivité du choix effectué, ces recueils sont tirés au sort selon la méthode double aveugle randomisée, utilisée en pharmacologie.

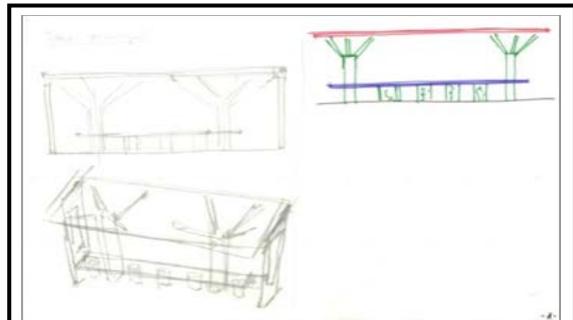
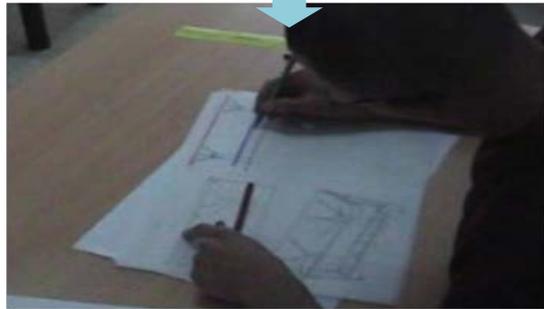
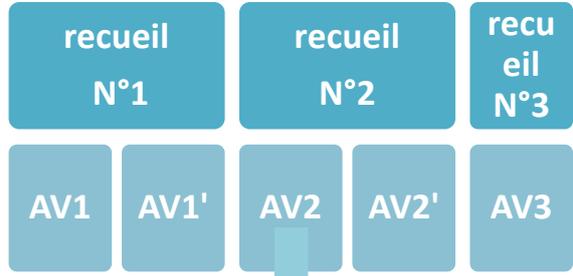
GROUPE N°1
(Sans visualisation d'images de précédents)



SV1



GROUPE N°2
(Avec visualisation d'images de précédents)



AV2

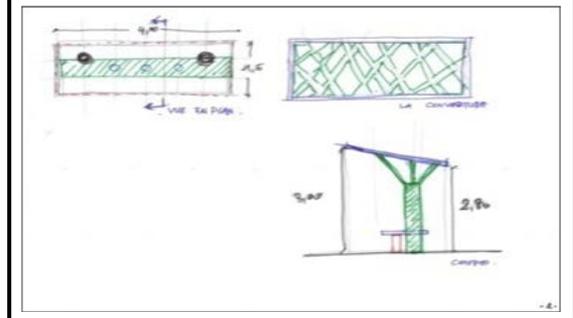


Figure 20: Les deux recueils issus des deux situations de conception, sélectionnés pour l'analyse.

A ce stade, nous avons décrit les expériences menées afin de collecter les données nécessaires à la vérification de nos hypothèses. Nous avons fourni une présentation de notre protocole expérimental et du corpus étudié ainsi qu'une description détaillée des tâches de conception utilisées. Le déroulement des expériences est ensuite décrit et présenté par des extraits d'enregistrements ainsi qu'un échantillon des données collectées. Nous avons enfin sélectionné les deux recueils qui seront étudiés conformément aux conditions d'objectivité préalablement citées.

II- L'ANALYSE DES RECUEILS D'OBSERVATION

A- La description des données issues des recueils d'observation

En partant des conclusions de la méthodologie, la description est une structuration des recueils d'observation par segmentation et codification, suivie d'un arbitrage. Le résultat de ce travail constitue la description finale qui fait l'objet de traitements ultérieurs, afin de produire des réponses aux questions de recherche.

1) La transcription des données collectées

Après sélection des recueils à étudier, les vidéos qui constituent le support d'enregistrement des données sont visualisées par le chercheur. Ce dernier transcrit la verbalisation du sujet concevant au fur et à mesure qu'il avance dans son travail. En plus de celle-ci, les gestes et actions du concepteur sont transcrits entre parenthèses et avec une couleur différente.

Après cette première transcription, le chercheur revisualise la vidéo une deuxième fois tout en vérifiant sa transcription pour rattraper d'éventuelles omissions. Les pauses de verbalisation sont mentionnées par une série de points et les directives de verbalisation de l'expérimentateur sont précédées par (DV).

Cette opération de transcription aboutit à un texte qui accompagne les productions graphiques du concepteur. L'extrait suivant en figure la consistance.

(Elle regarde l'énoncé) un abribus. Un abribus (+elle écrit un abribus) (elle regarde l'énoncé) premièrement je cherche les activités qui peuvent avoir lieu dans l'abribus, l'attente, un espace d'attente (+elle écrit attente) (elle regarde l'énoncé) un espace d'attente, un espace de transition, transition (+elle écrit transition) ce sont les deux activités essentielles dans un abribus.

Figure 21: Extrait de la transcription des données verbales et gestuelles de (SV1).

2) La segmentation

Il s'agit, comme précédemment énoncé, de découper les données transcrites selon les intentions du concepteur. Le chercheur visionne la vidéo, lit la transcription et saisit les données qui correspondent à une seule intention sur le tableau de descriptions, dans la colonne réservée aux verbalisations et actions. Dans la colonne des productions graphiques, sont présentées des images captées à partir de la vidéo. Elles montrent la constitution progressive des productions graphiques. Chaque nouvelle ligne dans le tableau correspond à un nouveau segment (tableau 23).

3) La codification

N	temps	segmentation		codification		
		Verbalisation et actions	Productions graphiques	CA	CC	Justification (noèses)
1	00 : 29	(elle regarde l'énoncé) un abribus	 (aucune production graphique)	Pa	PE	Abstraire une donnée de la situation du projet « abribus » en donnée conceptuelle
2	00 :34	(elle écrit un abribus) un abribus	 	Pnv i	PI	Perception non visuelle du segment précédent
				Pec v	PI	Perception abstraite et interprétation de données de conception en figure morphique de sens (abribus par son écriture)
				Fpa	FS	Produire une figure morphique de sens
				Rrr	RI	Faire référence au segment précédent.

Tableau 23 : Modèle de description (extrait de l'arbitrage de codification de (SV1)).

N	temps	Segmentation		Codification		
		Verbalisation et actions	Productions graphiques	C.A	C.C	Justification (noèses)
01	04 :13	(il dessine un trait pour diviser la feuille de dessin) (DV : verbalisez) bon, j'ai l'idée principale (+il écrit idée principale)	 	Cncp	CAS	Introduction de notion conceptuelle «idée principale»
				Rpee	RE	Faire référence à des connaissances procédurales personnelles (dessine un trait pour diviser la feuille)
				Cd	CA	Prendre une décision conceptuelle «bon, j'ai l'idée principale»
				Cpp	CA	Identification de pertinence conceptuelle « j'ai l'idée principale»
				Fpa	FS	Elaborer une figure morphique de sens
				Rcr	RI	Générer des références de notion conceptuelle, de pertinence et de décision conceptuelle
02	04 :27	de faire un abribus naturel		Pnvi	PI	Perception non visuelle du segment précédent
				Rrr	RI	Faire référence au segment précédent
				Cncp	CAS	Introduction de notion conceptuelle (naturel)
				Cip	CAS	Interprétation de (idée principale) par (abribus naturel)
				Cb	CA	Déterminer un objectif à atteindre
				Csp	CA	Elaborer une stratégie de conception (faire un abribus naturel)
				Dsy	CA	Décrire la pertinence précédente
				Rsee	RE	Faire référence à des connaissances substantives personnelles
				Rcr	RI	Générer des références de notion conceptuelle et de stratégie conceptuelle

Tableau 24: Modèle de description (extrait de l'arbitrage de codification de (AV2).

Chaque segment, transcrit sur le tableau de description, est simultanément codifié. Le contenu cognitif du segment est traduit sous forme de codes issus du modèle de codification préalablement présenté (tableau 23).

L'ensemble des tableaux obtenus à chaque passage de segmentation/codification, constitue un des recueils de description du recueil d'observation en question. Chaque recueil d'observation donne ainsi lieu à trois recueils de description successifs (tableau 25).

Le recueil	SV1	AV2
Nombre de segments au 1 ^{er} passage	212	74
Nombre de segments au 2 ^{ème} passage	241	78
Arbitrage	224	71

Tableau 25: Le nombre de segments par passage de description.

Les recueils de description, issus de l'arbitrage, enregistrent la segmentation et la codification finales des deux recueils (SV1) et (AV2) (annexe N°4 et N°5). Ils constituent le support de l'analyse des recueils d'observation.

B- Le traitement des recueils de description

1- Quantification des deux recueils de description

La quantification des recueils de description traduit la codification des segments sous forme d'un tableau de fréquence, qui enregistre le nombre des catégories d'actions par segment (tableau 26). Les lignes du tableau correspondent aux segments et les colonnes sont les catégories d'actions. Ce tableau présente le nombre d'actions par catégorie d'actions pour chacun des segments ou, autrement dit, « *le nombre d'occurrences des actions par segment* » (Arrouf, 2006). Les segments sont classés chronologiquement, tandis que les catégories d'actions sont présentées par niveau d'appartenance cognitif (Arrouf, 2006).

	PE	RE	CA	CAS	FS	RI	PI	RCI	FM	CM	CR
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0
3	0	2	3	1	1	1	1	0	0	0	0
4	0	1	1	2	1	2	1	0	0	0	0
5	0	1	1	2	0	2	1	0	0	0	0

Tableau 26: Extrait du tableau de fréquence des catégories d'actions du recueil (SV1).

	PE	RE	CA	CAS	FS	RI	PI	RCI	FM	CM	CR
1	0	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0
2	0	1	3	2	0	2	1	0	0	0	0
3	0	0	1	2	0	2	1	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0

Tableau 27: Extrait du tableau des fréquences des catégories d'actions du recueil (AV2).

Les tableaux 26 et 27 ci-dessus, présentent respectivement la fréquence des catégories d'action, des cinq premiers segments, des recueils (SV1) et (AV2).

2- Elimination de l'effet de taille et réduction binaire

La présence ou l'absence simultanée des catégories d'actions par segment est suffisante pour la comparaison des deux recueils. Le nombre d'actions constitue « *un bruit nuisant* » (Arrouf, 2006) à l'émergence de différences significatives. C'est pourquoi, une élimination de l'effet de taille (fréquence) se révèle nécessaire afin d'établir un tableau disjonctif qui présente la « *co-occurrence de toutes les catégories d'actions tout au long du processus de conception* » (Arrouf, 2006). L'élaboration de l'occurrence d'une catégorie d'action est faite par le remplacement des fréquences égales ou supérieures à « 1 » dans tableaux de fréquence, par un « 1 », ceci désigne son apparition ou sa sollicitation dans le segment en question.

Chaque segment peut alors être représenté par une « *chaîne d'actions* » (Arrouf, 2006). Une chaîne d'action est constituée de onze valeurs binaires qui traduisent le mode de sollicitation des onze catégories d'actions. Le '0' indique l'absence de telle ou telle catégorie, tandis que le '1' indique sa présence dans le segment concerné (tableaux 28 et 29 et annexes N°6 et N°7). Ainsi la chaîne d'actions du segment 1, pris à titre d'exemple, est, d'après le tableau 27 ci-dessus, 10000000000 et celle du segment 3 est 01111110000.

	PE	RE	CA	CAS	FS	RI	PI	RCI	FM	CM	CR
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
3	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
4	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
5	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0

Tableau 28: Extrait du tableau d'occurrence des catégories d'actions du recueil (SV1).

	PE	RE	CA	CAS	FS	RI	PI	RCI	FM	CM	CR
1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
2	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
3	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0

Tableau 29: Extrait du tableau d'occurrence des catégories d'actions du recueil (AV2).

3- Identification des chaînes primitives du processus

Les chaînes primitives sont définies par Arrouf (2006,2012) comme « *les chaînes de base* » de chaque processus. Elles sont les chaînes qui restent après l'élimination des chaînes d'actions qui se répètent. Cette réduction qui élimine les doublons permet d'obtenir les modalités d'existence uniques que sont « *les chaînes primitives* » (Arrouf, 2006 ; 2012). L'ensemble de ces chaînes d'actions *primitives* est appelé « *la structure profonde du processus* » (Arrouf, 2006, 2012) tandis que l'ensemble des chaînes d'action de tous les segments est appelé « *la structure surfacique du processus* ». Les tableaux 30 et 31 ci-dessous, montrent respectivement, quelques unes des chaînes primitives de (SV1) et (AV2) (annexes N°8 et N°9).

	PE	RE	CA	CAS	FS	RI	PI	RCI	FM	CM	CR
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
3	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
5	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
7	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0

Tableau 30: Extrait du tableau d'occurrence des chaînes primitives de (SV1).

	PE	RE	CA	CAS	FS	RI	PI	RCI	FM	CM	CR
1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
2	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
3	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
6	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0

Tableau 31: Extrait du tableau d'occurrence des chaînes primitives de (AV2).

III- L'ANALYSE DES RECUEILS DE DESCRIPTION

Cette partie du chapitre, présente les résultats de l'analyse telle que conduite par ce travail. Son but est de mesurer l'impact de la visualisation d'images de précédents architecturaux, issus d'internet, sur la genèse de l'idée architecturale. Via les trois niveaux d'analyse, correspondant chacun à une hypothèse de la recherche, synthétisés dans le protocole d'analyse (page 48) et repris ci-dessous.

Niveau 1 : Mesure du degré d'influence de la visualisation d'images de précédents sur le processus de genèse de l'idée.

Niveau 2 : Mesure des modalités d'influence de la visualisation d'images de précédents sur le processus de genèse de l'idée.

Niveau 3 : Mesure de la relation entre la visualisation d'images de précédents et l'originalité des conceptions produites.

I- Mesure du degré d'influence de la visualisation d'images de précédents sur le processus de genèse de l'idée

Le premier niveau de l'analyse consiste dans la mesure du degré d'influence de la visualisation d'images de précédents sur le processus de la genèse de l'idée. Pour y arriver nous comparons deux processus. Le premier est le processus de conception sans visualisation d'images de précédents, tandis que le second est le processus de conception avec visualisation d'images de précédents. Avant d'entamer cette comparaison, il est primordial de définir son objet, à savoir le processus de genèse de l'idée.

➤ Définition de l'idée

L'idée est une « *représentation abstraite d'un être, d'un objet, d'un rapport, etc., élaborée par la pensée* » (Lexis, 1994). C'est une « *élaboration originale de la pensée, permettant, en particulier, de répondre à une situation, d'être à l'origine d'une action, d'une œuvre ou d'une invention originale* » (www.larousse.fr/dictionnaires).

Dans le champ architectural, Boudon (1994) souligne l'aspect intellectuel de la production architecturale, en partant du fait que, l'édifice n'est pas uniquement le résultat de contraintes et de données initiales mais s'appuie aussi sur des idées. Ces idées opèrent dans le travail de l'architecte, et permettent le rapport entre ce qui est de l'ordre de l'intellect et ce qui est de l'ordre du matériel.

Boudon (1994) définit l'idée comme étant un moyen qui permet ou qui renvoie à des choix, des intentions ou des décisions, prises pour la conception de toute œuvre architecturale. Il précise que les idées de l'architecte représentent des convictions, des croyances, des engagements ou des opinions, et ne peuvent être réduites aux représentations graphiques prises à part.

Boudon (1994) accentue également deux caractéristiques primordiales de l'idée, il s'agit de *la globalité* et de *l'ouverture*. La globalité souligne le fait que l'idée qui se manifeste par une intention, un choix ou une décision, peut se faire a priori du travail de conception comme elle peut se faire a posteriori.

L'ouverture de l'idée donne un caractère malléable au travail de l'architecte. Elle donne lieu à plusieurs possibilités et permet de faire des arrangements. Elle peut également susciter un abandon de l'idée en cours au profit d'autres idées antérieures ou complètement nouvelles. Entre les mots qui expriment l'idée et sa réalisation, existe « *le patient travail où se succèdent mises au point et compromis et montre toute la différence entre idée et réalisation* » (Boudon, 1994). La réalité de ce travail d'élaboration du projet, exalte l'absence de « *relation directe et transparente entre œuvre et intention* » (Boudon, 1994).

L'idée architecturale est donc, une notion globale et ouverte. Elle englobe les intentions, les choix et décisions élaborés par la pensée, et dont le but est d'aboutir à une conception architecturale. Boudon (1994) souligne l'importance accordée à la notion d'idée dans la réflexion artistique depuis l'antiquité, en tant que moyen qui permet de penser la création artistique soit par : « *l'imitation qui reproduit ce qui est vu* » (Boudon, 1994), soit par « *l'imagination qui produit ce qui n'est pas vu* » (Boudon, 1994). Cette notion du *vu* ou de la visualisation qui est intimement liée à l'idée, constitue la variable indépendante de l'étude ici entreprise.

➤ Définition de la genèse de l'idée

La genèse renvoie à une « *série de faits et de causes s'enchainant les uns les autres et aboutissant à un résultat* » (Lexis, 1994). C'est « *la formation, élaboration progressive d'une œuvre littéraire, artistique* » (www.larousse.fr/dictionnaires). La genèse signifie également l'« *ensemble des étapes à travers lesquelles se forme un concept ou s'élabore une création de l'esprit : la genèse d'une idée, d'un sentiment, d'une œuvre d'art.* » (Lexis, 1994)

Ces définitions indiquent que toute création a un processus de formation et d'élaboration qui constitue sa genèse. La genèse de l'idée est donc la série des faits et des actions qui aboutissent à la formation d'une idée.

➤ Impact des définitions sur notre recherche

Dans cette recherche, on a considéré que la genèse de l'idée correspond au travail de conception, élaboré par l'expérience et qui correspond à une seule idée, vue sa courte durée due au mode de collecte expérimental. Dans le cas des recueils qui contiennent deux propositions, l'analyse se limite au travail de conception qui correspond à la première idée produite par un sujet concevant (la première conception élaborée).

Le processus de genèse de l'idée étant défini, son degré d'influence par la visualisation d'images de précédents est mesurable par la comparaison des deux recueils (SV1) et (AV2). Cette comparaison s'opère selon trois étapes présentées dans la figure 22 ci-dessous.

- La première étape permet de mesurer le degré d'influence de la visualisation d'images de précédents sur la productivité du processus. Elle utilise les mesures d'efficience et d'efficacité, préconisées par Goldschmidt (1995), comme mesures de la productivité.
- La deuxième étape, quant à elle, mesure le degré d'influence de la visualisation d'images de précédents sur la morphologie du processus. Elle opère sur deux niveaux. Un niveau global qui vise la morphologie du processus dans sa totalité et un niveau plus fin, qui compare la distribution des différentes actions du modèle sémio-morphique dans les deux processus étudiés.

- La troisième et dernière étape, mesure le degré d'influence de la visualisation d'images de précédents sur la créativité du processus. Elle se base sur la notion de « chaînes primitives », élaborée par Arrouf (2006 ; 2012), pour mesurer et comparer le degré de créativité des deux processus analysés.

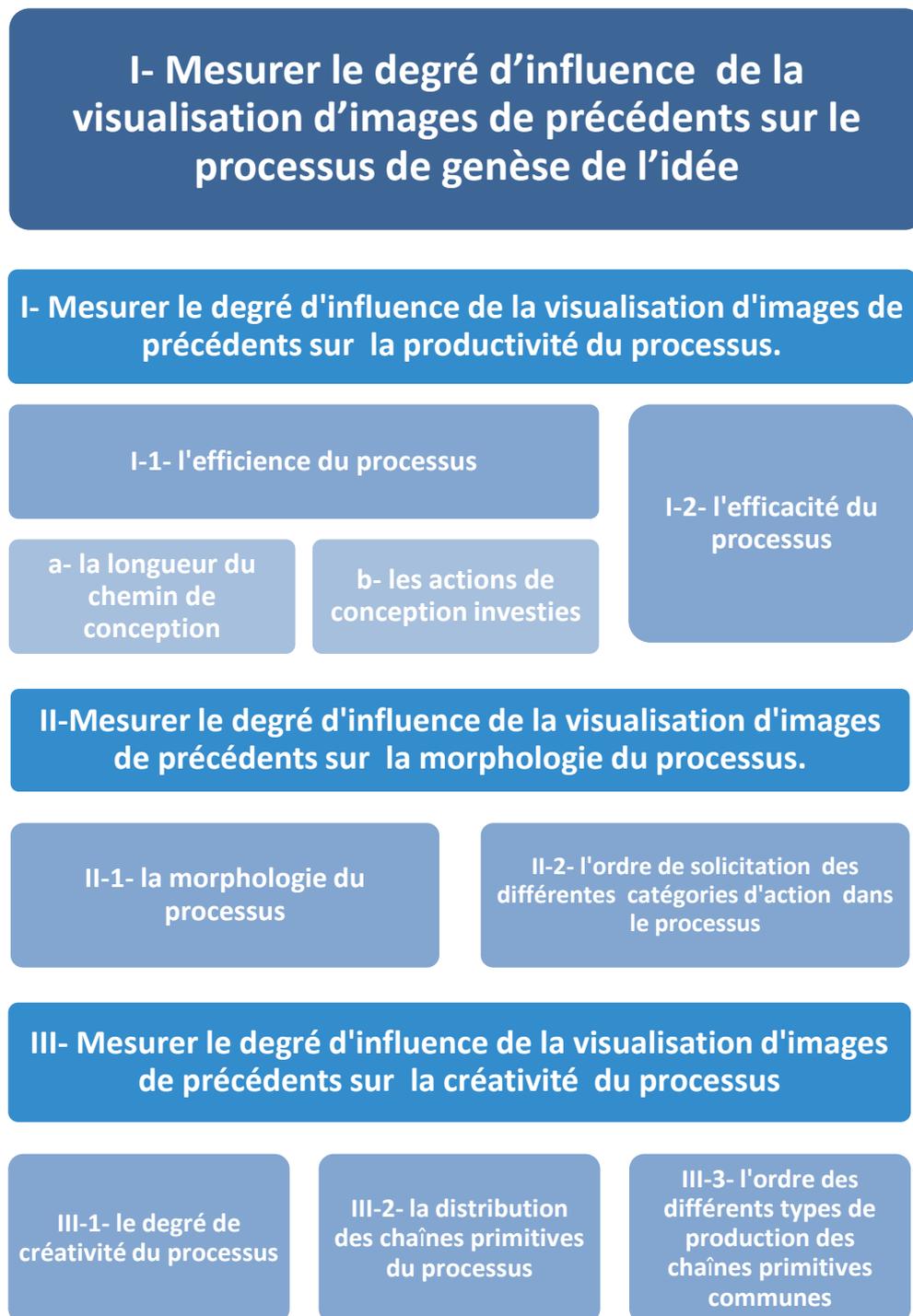


Figure 22 : Les étapes du premier niveau de l'analyse.

I-I-1- Le degré d'influence de la visualisation d'images de précédents sur la productivité du processus

Le terme de productivité relativise les moyens employés aux résultats obtenus. Elle est définie par un « *rapport entre le résultat d'une activité productive et les facteurs de production que l'on a utilisés pour parvenir à cette production* » (www.larousse.fr/dictionnaires). La productivité représente également la « *quantité produite en considération du travail fourni et des dépenses engagées* » (Lexis, 1994).

Dans son travail sur la conception en groupe et la conception individuelle, Goldschmidt (1995) confirme la définition du dictionnaire et indique que « *le terme de productivité évoque à l'esprit les données de coût, d'efficacité et de profit* »⁷ mais elle souligne que la productivité est aussi reliée à « *la performance, la motivation, l'efficacité, la production, la compétitivité, la qualité etc.* »⁸. Goldschmidt (1995) adopte l'approche de Pritchard and Watson (1992) et préconise l'efficacité et l'efficacé comme les deux paramètres les plus importants à étudier pour la productivité. C'est pourquoi, notre étude reprend ces mêmes paramètres pour la mesure de la productivité du processus de genèse de l'idée.

Sur le plan quantitatif, les deux processus comparés représentent la genèse d'une seule idée architecturale, donc le résultat est quantitativement identique. Ce qui reste à comparer ce sont les moyens employés par SV1 et AV2. Ceux-ci sont le contenu actif du processus de genèse de l'idée architecturale. Ils se définissent dans les catégories d'actions de conception du modèle sémio morphique, et constituent le contenu cognitif de la productivité.

La corrélation entre la sollicitation des différentes catégories d'actions avec les notions d'efficacité et d'efficacé, informe ainsi sur la productivité du processus.

I-I-1-1- L'efficacité du processus

L'efficacité est « *la capacité d'un individu ou d'un système de travail d'obtenir de bonnes performances dans un type de tâche donné* » (www.larousse.fr/dictionnaires). L'efficacité

⁷ Traduit par l'auteur de l'anglais "The term productivity brings to mind issues of cost effectiveness and profitability" (Goldschmidt, 1995).

⁸ Traduit par l'auteur de l'anglais "But it is also related to performance, motivation, efficiency, effectiveness, production, competitiveness, quality, etc" (Goldschmidt, 1995).

« se dit de ce qui produit réellement un effet. Se dit d'une personne dont l'action aboutit à un résultat. » (Lexis, 1994).

Goldschmidt (1995) indique que l'efficacité « concerne le raisonnement de conception puisqu'elle s'appuie, entre autres choses, sur la créativité et à l'expertise. L'économie de pensée, ou le volume des ressources mentales qui doivent être investies afin d'obtenir des idées innovantes, est directement liée à la créativité. L'expertise est encore plus proche de l'efficacité, parce qu'on sait que la capacité de prendre des raccourcis et de réduire le labeur requis pour arriver à des solutions satisfaisantes, est un acquis de l'expérience »⁹

La définition de l'efficacité fournie par Goldschmidt (1995) montre que celle-ci se manifeste à la fois, par une économie des actions de conception investies et par la réduction de l'ampleur du chemin emprunté afin d'aboutir au résultat créatif recherché. C'est pourquoi ces deux paramètres que sont l'économie des actions et la réduction des chemins de conceptions, sont ici considérés comme des indicateurs à même de permettre la mesure de l'efficacité.

L'efficacité du processus de genèse de l'idée se mesure donc à deux niveaux (figure 23). Au premier, nous comparons les longueurs des « chemins » de conception parcourus, lors de chaque activité, en vue d'aboutir au résultat obtenu. Au second, nous comparons les quantités d'actions de conception investies par chacun des deux processus (pages 60, 61 et 62).

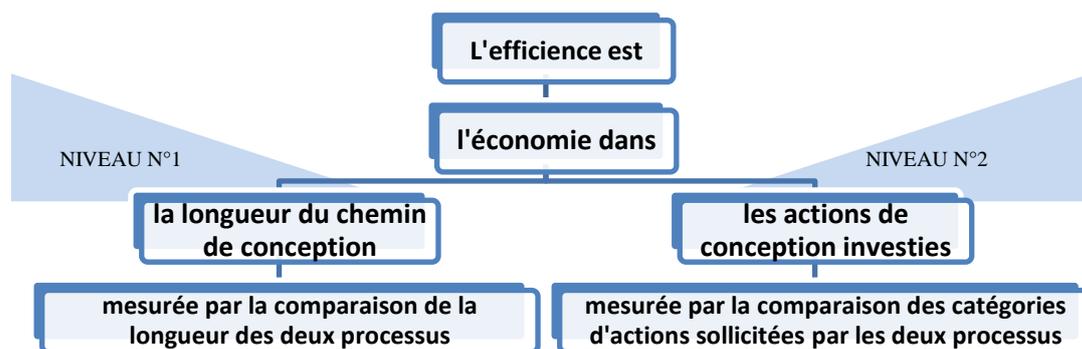


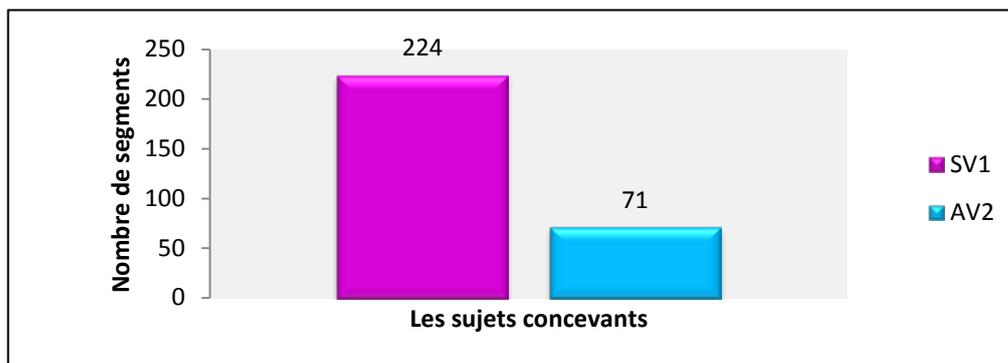
Figure 23: Les moyens de mesure de l'efficacité du processus de genèse de l'idée dans l'activité de conception architecturale.

⁹ Traduit par l'auteur de l'anglais "Efficiency is relevant to design thinking because it bears on creativity and expertise, among other things. Economy of thought, or the amount of mental resources that must be invested to obtain innovative ideas, is directly related to creativity. Expertise has an even closer association with efficiency, because we know that the ability to take short cuts and thereby reduce the amount of labour that is required to arrive at satisfactory solutions to problems, is a hallmark of expertise" (Goldschmidt, 1995).

I-I-1-1-1- La longueur du chemin de conception

La longueur du chemin de conception est mesurable par le nombre de segments qui composent chacun des deux processus. Elle constitue le premier niveau de mesure de l'efficacité du processus.

Le graphique 3 ci-dessous présente la longueur du processus pour chacun des deux recueils analysés. Cette longueur est égale au nombre de segments qui correspondent à une seule idée. Le nombre de segments de (AV2) est plus petit que celui de (SV1) et cette différence est loin d'être négligeable. En effet, le processus sans visualisation d'images de précédents (SV1) compte 224 segments, tandis que le processus avec visualisation (AV2) n'en compte que 71 (graphique 3). Autrement dit, la longueur de (AV2) ne représente que 32% de celle de (SV1).



Graphique 3: Le nombre de segments, par processus de genèse d'idée, des deux recueils analysés (SV1) et (AV2).

La segmentation adoptée étant orientée intentions, cette différence implique que la visualisation d'images de précédents accroît des deux tiers l'efficacité des intentions du sujet concevant.

La longueur du processus (SV1) est due à l'instabilité de ses intentions, visible notamment à travers leur changement fréquent. Ceci est symptomatique d'un processus hésitant et indécis qui se caractérise par une inefficacité des actions de conception entreprises. La visualisation d'images de précédents entraîne donc une efficacité du processus (AV2) qui opère par une économie de la longueur du chemin de conception.

I-I-1-1-2- Les actions de conception investies

La comparaison des actions de conception investies dans chaque processus, se répartit sur deux volets (figure 24).

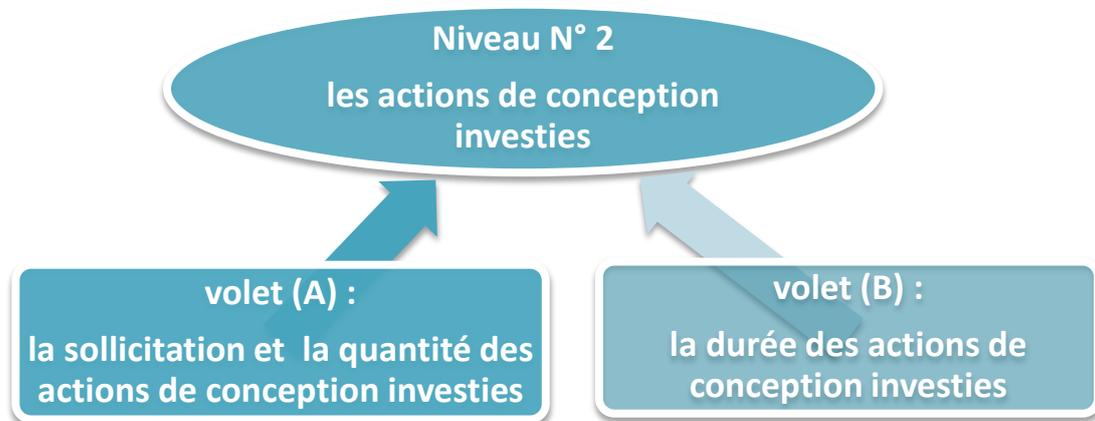


Figure 24: les volets de mesure de l'efficacité des actions de conception investies.

Le premier volet (A) mesure les différences relatives aux catégories d'actions de conception, au sein de chacun des deux processus. Il utilise pour ce faire l'occurrence (tab. 28 et 29) et la fréquence de chacune des catégories d'actions de conception du modèle sémio-morphique (tab. 26 et 27). Étant donné que la longueur du processus diffère d'un recueil à l'autre, leur comparaison se fait en fonction des moyennes d'occurrence et des moyennes de fréquence, de chacune des catégories d'actions, dans chaque processus.

Le volet (B) cherche à comprendre l'impact de la visualisation d'images de précédents sur la durée des actions de conception investies. Il compare les durées des différentes catégories d'actions de conception investies dans chacun des deux processus.

I-I-1-1-2-A- La sollicitation et la quantité des actions investies

La sollicitation ainsi que la quantité des actions de conception investies, constituent le premier volet de mesure de l'efficacité des actions, investies par les deux processus. Ce volet se divise également en deux plans : un plan de sollicitation et un plan quantitatif (figure 25).

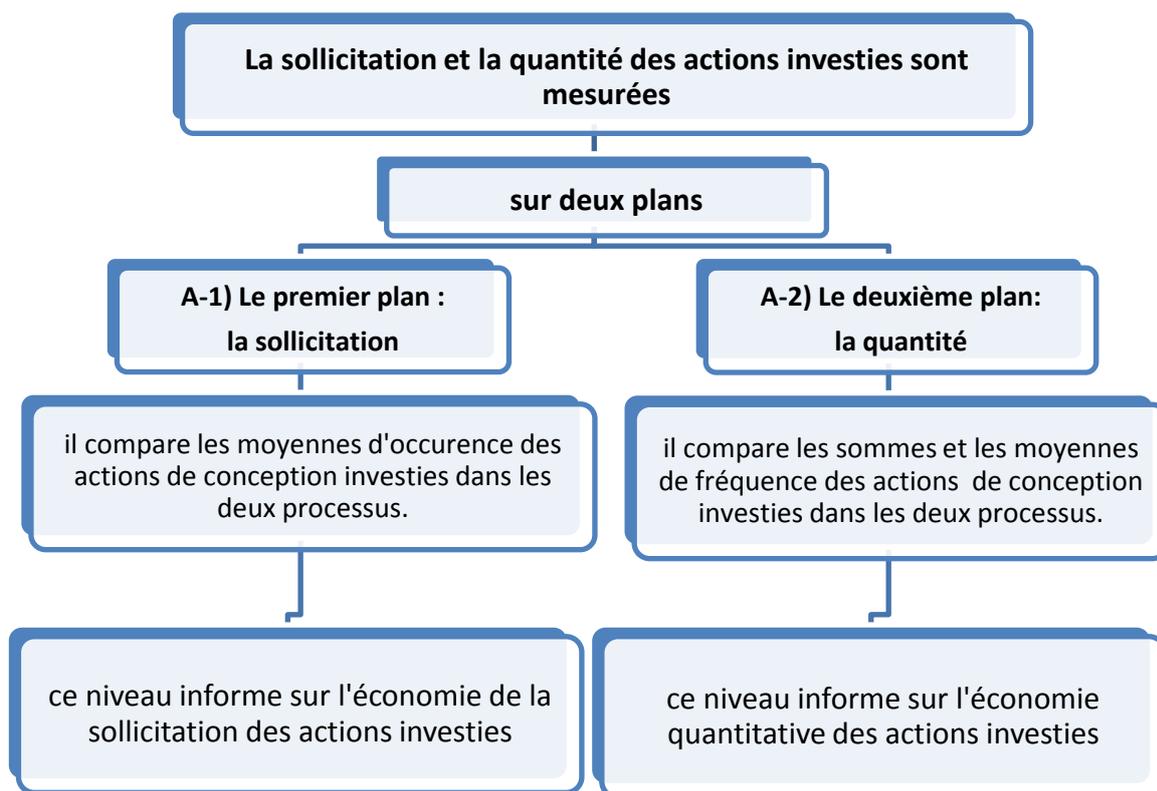


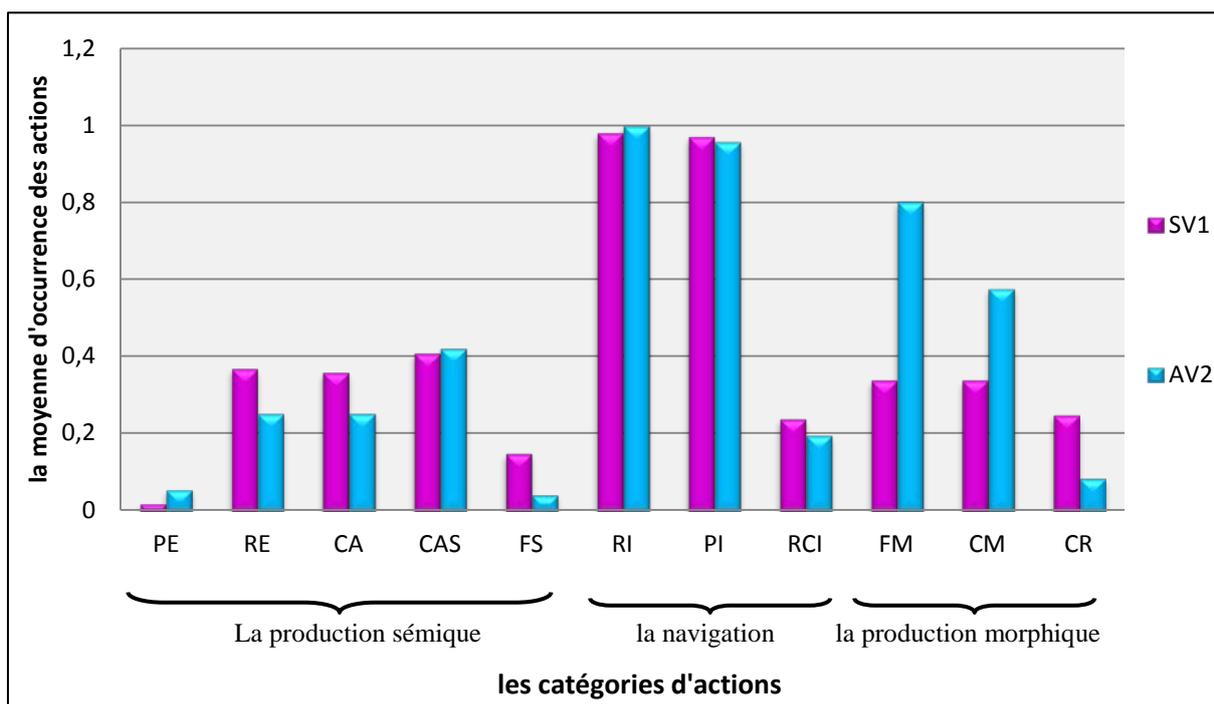
Figure 25: les moyens de mesure de l'efficacité des actions investies.

A-1) La sollicitation des actions de conception investies

Ce niveau de comparaison permet de vérifier l'existence potentielle d'une économie des actions investies, qui modifierait la qualité du processus. Il utilise la moyenne d'occurrence qui informe sur la présence (l'existence) des actions investies indépendamment de leur volume.

La moyenne d'occurrence d'une catégorie d'actions est égale à la somme des occurrences de cette catégorie d'actions dans l'ensemble des segments du processus (page 61 et 62), divisée par le nombre de segments.

Les moyennes d'occurrence des onze catégories d'actions, dans les deux recueils, sont présentées dans le graphe 4 suivant.



Graph 4: les moyennes d'occurrence des onze catégories d'actions dans les recueils d'observations (SV1) et (AV2).

Les valeurs des moyennes d'occurrences des catégories d'action, dans le graph 4 ci-dessus, révèlent que :

- a. Les moyennes d'occurrence de la catégorie de perception externe PE, qui contient les actions de perception des données de la situation de projet et leurs interprétations par le sujet concevant, montrent que (SV1) fait plus référence aux données externes au processus que (AV2). Elles révèlent ainsi l'hésitation du sujet-concevant et l'inefficience des connaissances produites par son processus.
- b. La catégorie de conception abstraite (CA) et la catégorie de figuration du sens (FS), sont plus sollicitées par SV1 que par AV2. Ceci signifie que les choix, les décisions, les stratégies et les pertinences, identifiées par SV1, ne présentent pas le même potentiel opératif qu'en AV2, où un nombre moindre d'actions abstraites conduit à un travail morphique plus important.

- c. L'hésitation de SV1 est également confirmée par le pourcentage d'occurrence plus élevé de la catégorie des actions de réutilisation de la connaissance interne (RCI). Il signifie, pour le temps du processus, des retours en arrière plus éloignés et plus fréquents.
- d. Le taux d'occurrence élevé de la catégorie des actions d'évaluation (CR), confirme également ce fait. Il montre le manque d'assurance du processus qui a besoin de faire des évaluations à répétition afin de s'assurer de la qualité de ses solutions.
- e. L'activité morphique, visible au travers du taux de sollicitation des deux catégories d'actions de conception morphique (CM) et de figuration morphique (FM), est plus intense au sein du processus (AV2) qu'au sein de (SV1). Mais elle est aussi, au sein même de (AV2), plus importante que l'activité sémique. Dans (SV1) les deux activités sont presque équivalentes avec toutefois une légère prépondérance pour l'activité sémique. Ceci signifie que la visualisation d'images de précédents rend le processus plus efficient. Elle réduit la production sémique qui devient plus opérante, moins hésitante et plus décisive. Elle accroît en contre partie, l'activité morphique qui absorbe l'essentiel de l'activité du processus.

Cette opérativité élevée, due à la visualisation d'images de précédents, est également visible à travers la comparaison des moyennes d'occurrence de chaque catégorie d'actions, au sein du même processus. En effet, au sein de (SV1), c'est la catégorie CAS qui a la valeur la plus élevée 0,4 tandis que dans (AV2), c'est FM qui occupe la première place avec une moyenne d'occurrence de 0,8. Ceci confirme encore une fois le manque d'efficacité de (SV1) et son caractère sémique.

La figure 25 ci-dessous, synthétise les catégories d'actions investies, dont la sollicitation (moyenne d'occurrence) fut économisée suite à la visualisation d'images de précédents.

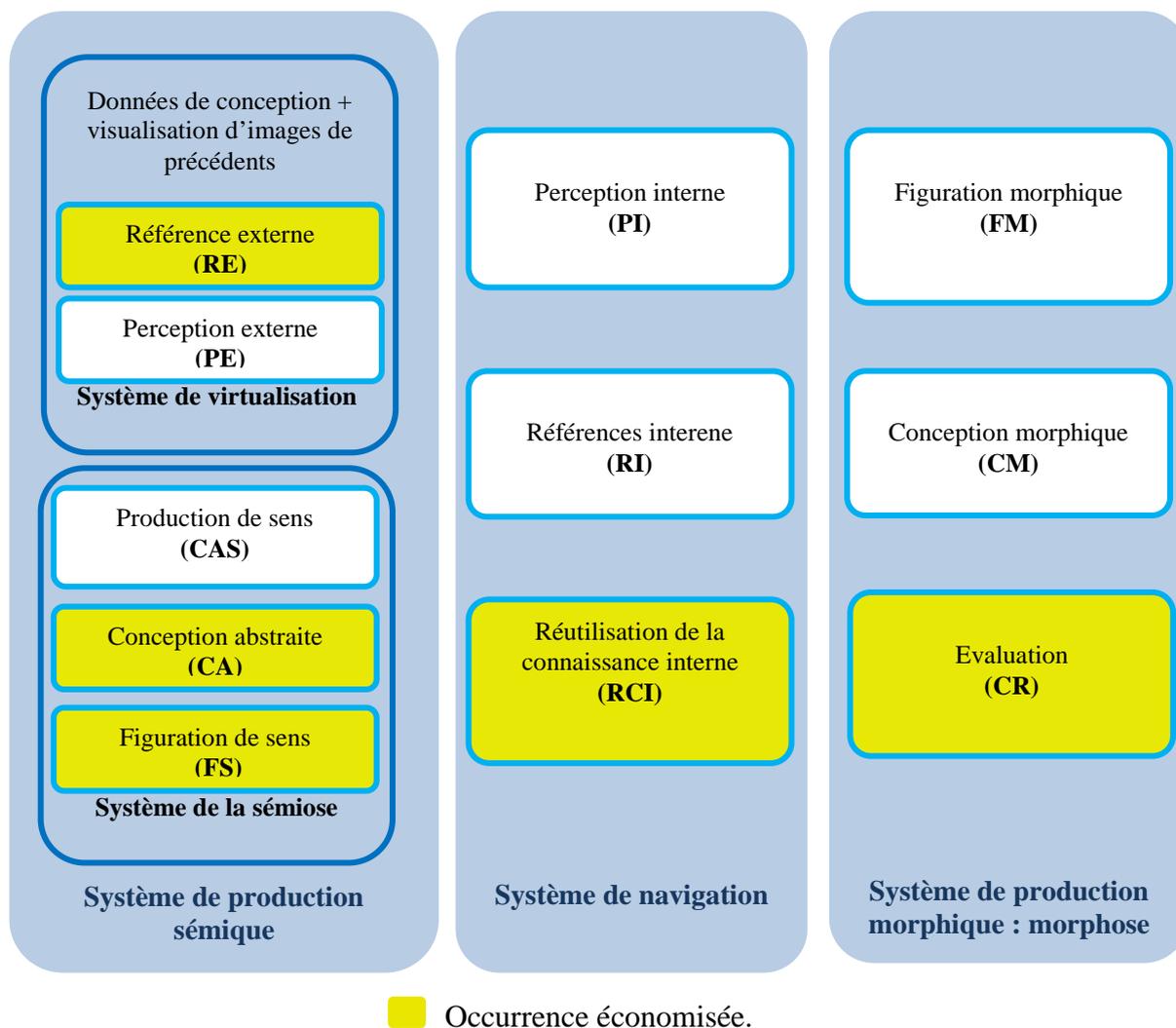


Figure 26: les catégories d'actions économisées dans chaque sous-système du modèle sémiomorphique dans le cas d'un processus de conception avec visualisation d'images de précédents.

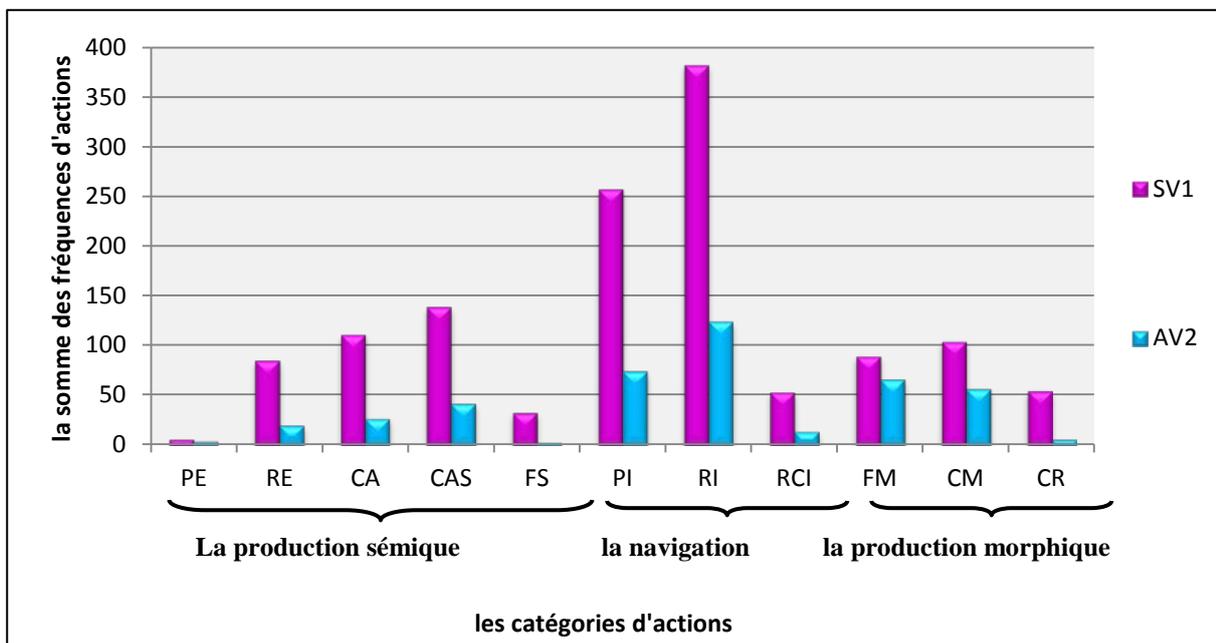
La visualisation d'images de précédents augmente l'efficacité du processus de conception. Elle augmente l'opérativité du travail sémique et renforce le travail morphique au sein du processus.

A-2) La quantité des actions de conception investies

Afin d'attribuer un aspect quantitatif à notre comparaison, nous avons calculé les sommes et les moyennes des fréquences d'occurrence, des différentes actions de conception au sein des deux processus (SV1) et (AV2).

a- Les fréquences des actions de conception investies au sein des deux processus

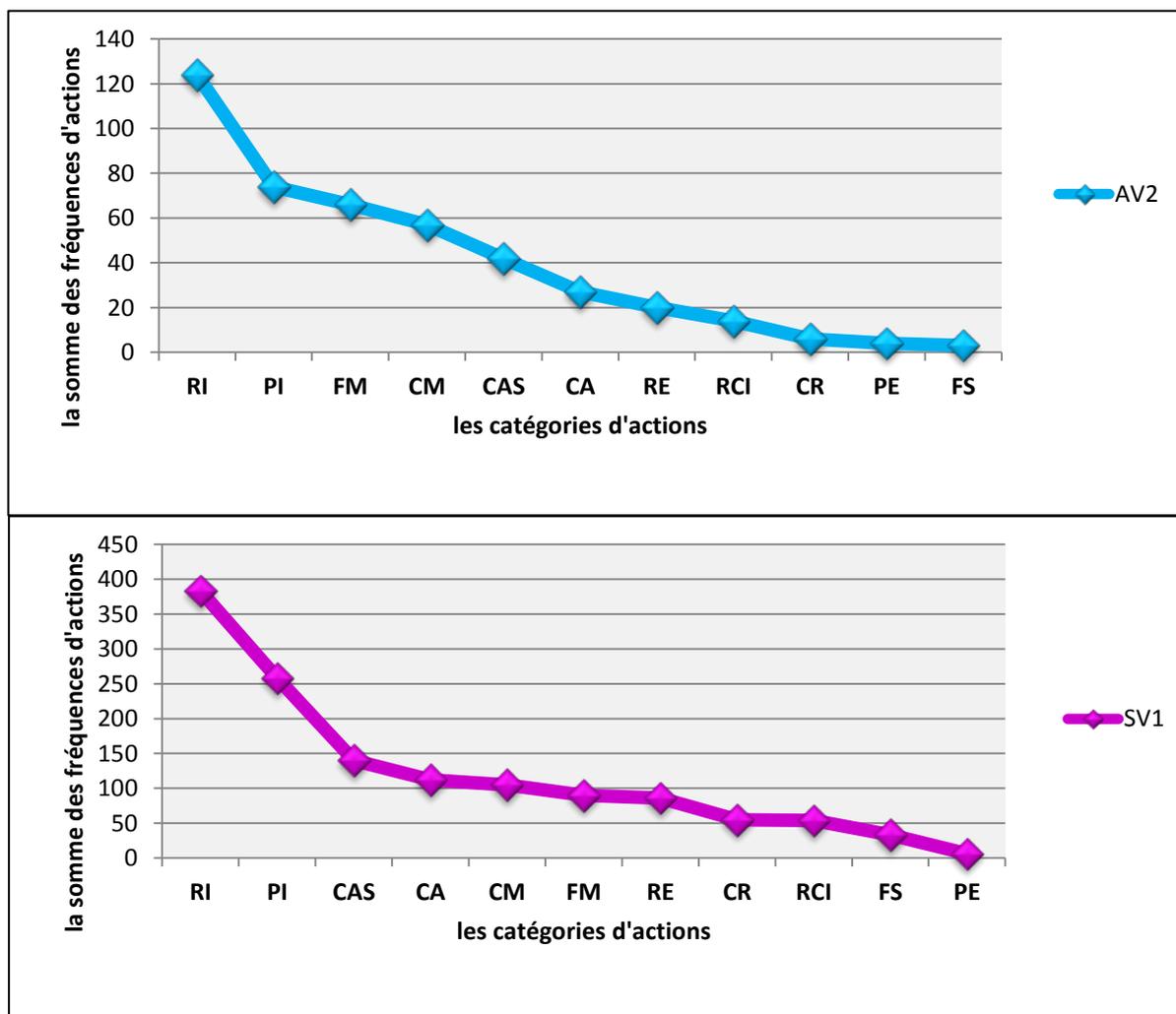
Les sommes des fréquences d'actions dans chaque processus, sont calculées à partir des tableaux de fréquences de (SV1) et (AV2) (tableau 26 et 27) et regroupées dans le graphe 5 ci-dessous. Elles indiquent que toutes les catégories d'actions sont plus fréquentes et donc plus sollicitées chez (SV1) que chez (AV2). Ceci est dû à la longueur du processus présentée plus en amont.



Graphe 5: Les sommes totales des fréquences des actions des deux processus.

Les différentes catégories d'actions sont moins volumineuses chez (AV2) que chez (SV1). La visualisation d'images de précédents réduit le nombre des actions de conception investies dans toutes les catégories d'actions. Ceci indique que l'élimination de l'hésitation et de l'indécision chez (AV2), opère également via la réduction de l'activité cognitive du processus. La visualisation d'images de précédents augmente l'efficacité du processus en engendrant également une économie quantitative des actions de conception.

Le classement décroissant des sommes des fréquences d'actions, présenté dans le graphe 6 ci-dessous, montre un changement dans l'ordre des catégories d'actions de conception qui dominent chacun des deux processus.



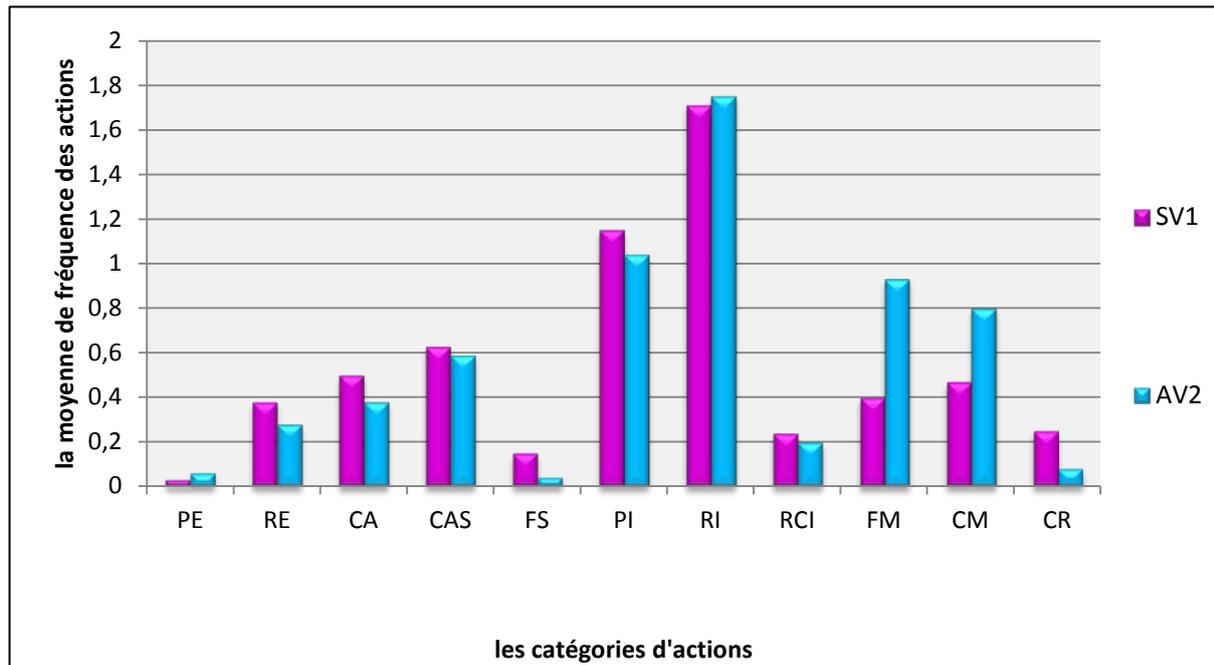
Graph 6: La somme des fréquences des différentes catégories d'actions des deux recueils (classées de façon décroissante selon les sommes des fréquences chez SV1 et AV2).

Contrairement à (SV1), où la somme des fréquences des actions de production de sens dépasse celle des actions de production morphique (graphe 6), la somme des fréquences des actions de production morphique dépasse celle des actions de production sémique chez (AV2). L'aspect morphique du processus, dû à la visualisation d'images de précédents, souligné auparavant, est ici quantitativement confirmé.

La somme des fréquences des différentes actions nous a permis d'identifier les catégories d'actions dominantes pour chaque processus. Afin de comparer les catégories d'actions les plus fréquentes dans les deux recueils, on a établi les moyennes des fréquences de ces dernières.

b- Les moyennes des fréquences d'occurrence des actions investies dans les deux processus

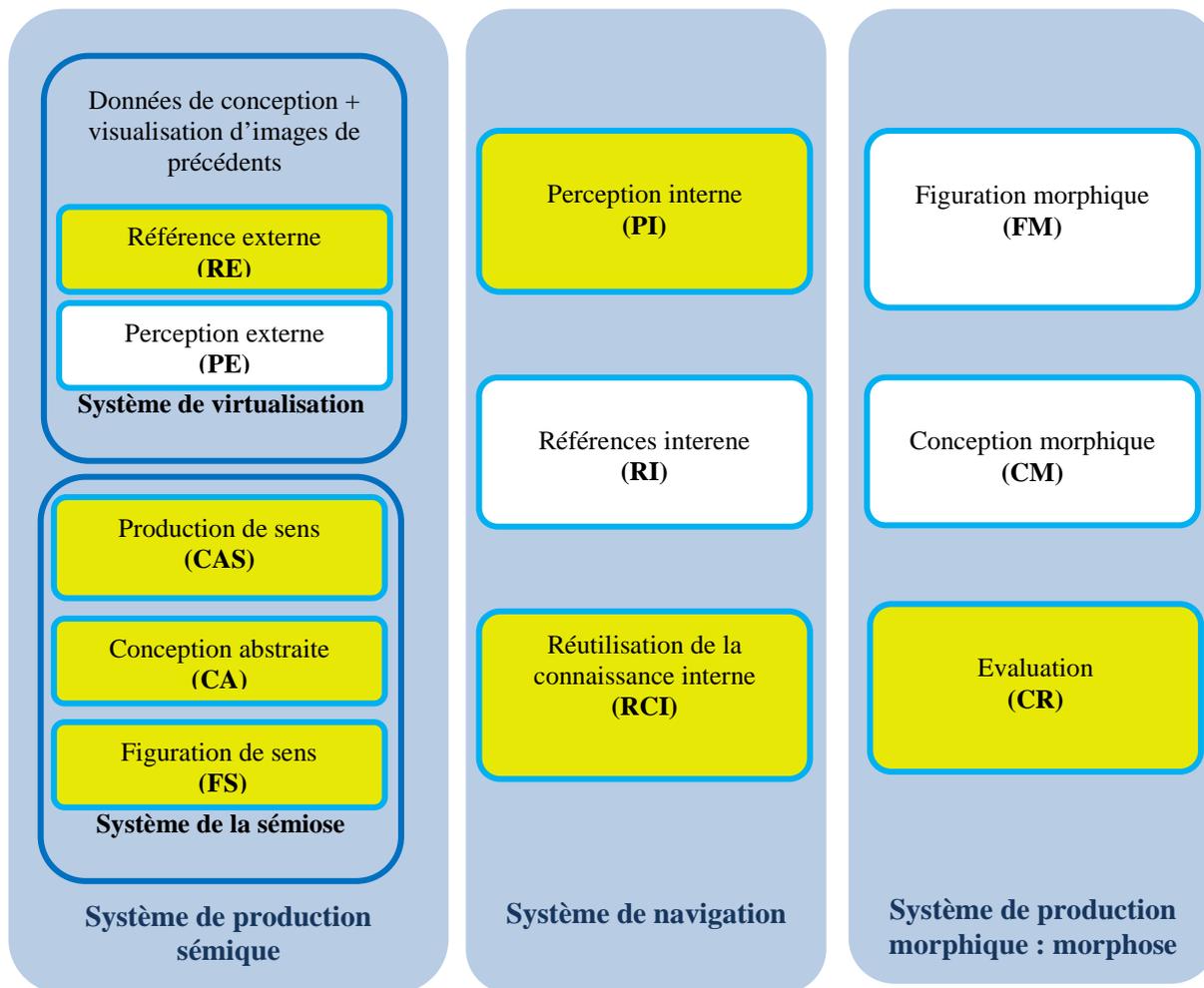
La moyenne des fréquences d'occurrence d'une catégorie d'actions, est égale à la somme des fréquences des actions de cette catégorie (tableau 26 et 27), dans l'ensemble des segments du recueil en question, divisée par le nombre des segments. Ces moyennes sont présentées dans le graphe 7 suivant.



Graph 7: La moyenne des fréquences d'occurrence des catégories d'actions dans les deux processus (SV1) et (AV2).

Les moyennes des fréquences d'occurrence des catégories d'actions confirment la supériorité quantitative, chez (AV2), des catégories : CM, FM et PE, constatée auparavant. La visualisation d'images de précédents amplifie les actions de production morphique ainsi que celles de la perception des données de conception. En contre partie, la réduction des moyennes des fréquences d'occurrence des catégories d'actions de la production sémique, confirme quantitativement son opérativité. L'efficacité du processus, due à la visualisation d'images de précédents, est affirmée quantitativement.

La figure 26 ci-dessous, synthétise les catégories d'actions dont la quantité (moyenne des fréquences d'occurrence) fut économisée, suite à la visualisation d'images de précédents.



■ Fréquence économisée.

Figure 27: les catégories d'actions économisées dans chaque sous-système du modèle sémiomorphique, dans le cas d'un processus avec visualisation d'images de précédents.

La visualisation d'images de précédents, économise la longueur du processus. Elle économise également la sollicitation des catégories d'actions de conception, particulièrement celles sémiques, qui deviennent plus opérantes. Elle augmente en fait l'efficacité du processus, enrichit l'expérience sémique du sujet concevant et rend le processus plus mature.

I-I-1-1-2- B- La durée des actions investies

La durée des actions de conception investies est également mesurable sur deux plans (figure 28). Un plan global mesure la durée des segments (chaînes d'action) au sein de chaque

processus. Et un plan plus fin mesure la durée de chaque catégorie d’actions du modèle sémio-morphique, dans les deux processus (SV1) et (AV2).

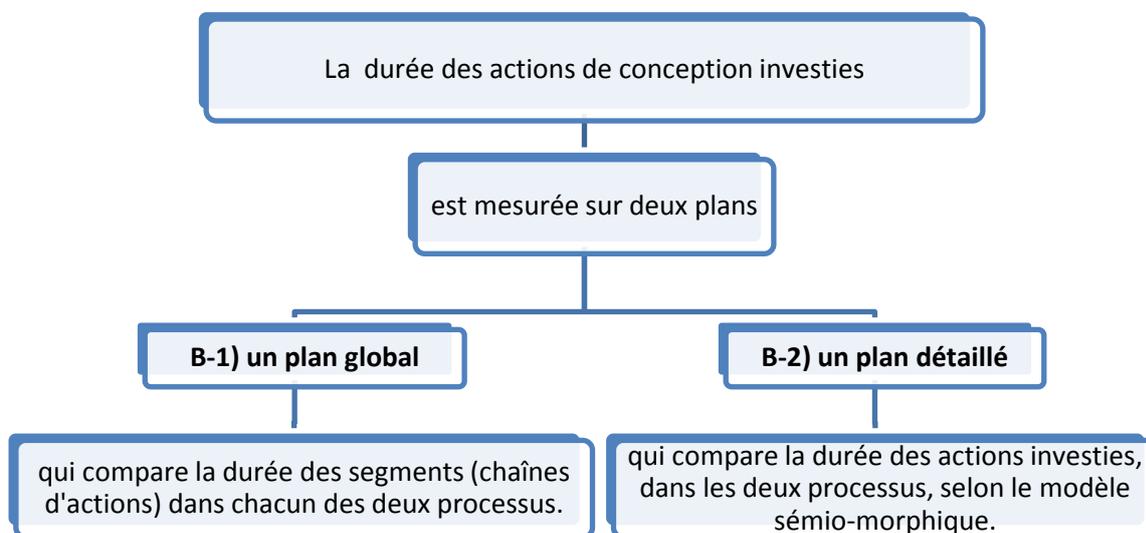


Figure 28: Les plans de mesure de la durée des actions de conception, investies dans le processus de conception architecturale.

B-1) La durée des segments des deux processus

La durée de chaque segment correspond à la durée de temps consommée par ce dernier. Elle est calculée à partir du tableau des durées des segments des deux recueils (SV1) et (AV2) (annexe 10 et 11). Les tableaux 32 et 33 ci-dessous, représentent la durée des dix premiers segments de (SV1) et (AV2) en secondes.

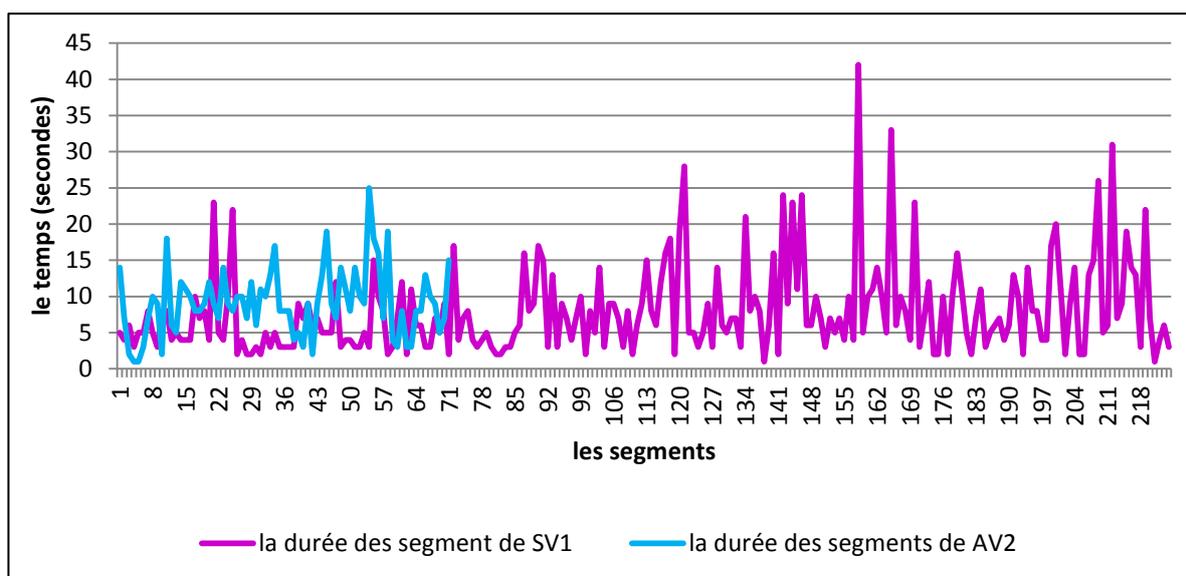
N° du segment	Début du segment	Durée du segment (en seconds)
01	00 : 29	5
02	00 :34	4
03	00 :38	6
04	00 :44	3
05	00 :47	5
06	00 :52	5
07	00 :57	8
08	01 :05	5
09	01 :10	3
10	01 :13	7

Tableau 32 : Extrait du tableau des durées des segments de (SV1).

N° du segment	Début du segment	Durée du segment (en seconds)
01	04 :13	14
02	04 :27	7
03	04 :34	2
04	04 :36	1
05	04 :37	1
06	04 :38	3
07	04 :41	7
08	04 :48	10
09	04 :58	9
10	05 :07	2

Tableau 33: Extrait du tableau des durées des segments de (AV2).

La morphologie rugueuse des courbes qui représentent les durées des segments de (SV1) et (AV2) dans le graphe 8 ci-dessous, montre une instabilité de leurs durées. On y remarque aussi que les segments de (AV2) sont plus longs (le temps) que ceux de (SV1). En effet la majorité des segments de (AV2) (56 segments, soit 79% des segments) dépassent le seuil des cinq (5) secondes tandis que la majorité des durées des segments de (SV1) restent au dessous de ce même seuil (123 segments, soit 55% des segments).



Graph 8: La durée des segments des deux recueils (SV1) et (AV2).

Les durées moyennes des segments de chacun des deux processus, présentées dans le tableau 34 suivant, confirment les résultats précédents et montrent que les intentions du processus (SV1) changent plus rapidement que celles de (AV2), avec un intervalle de temps égal à une seconde.

		La moyenne de durée des segments
		Les recueils
	AV2	8 secondes

Tableau 34: La moyenne de durée des segments de SV1 et AV2.

La visualisation d'images de précédents augmente la durée moyenne des segments. Le classement détaillé des durées des segments des deux processus permet une meilleure compréhension de cette augmentation.

a-Classement des durées des segments de chacun des deux processus

a-1- Elaboration des fourchettes des durées des segments

Le seuil de cinq secondes, a préalablement montré que les segments de (AV2) sont plus longs que ceux de (SV1). C'est pourquoi on a utilisé ce même intervalle de 5 secondes pour catégoriser les segments en fonction de leurs longueurs respectives. Ceci a donné lieu à 5 catégories de segments:

- 1) Longueur inférieure ou égale à 5 secondes,
- 2) Longueur supérieure à 5 secondes et inférieure ou égale à 10 secondes,
- 3) Longueur supérieure à 10 secondes et inférieure ou égale à 15 secondes,
- 4) Longueur supérieure à 15 secondes et inférieure ou égale à 20 secondes,
- 5) Longueur supérieure à 20 secondes.

a-2- Le classement des durées des segments dans chaque processus

Les durées des segments sont classées selon les fourchettes des durées dans des tableaux qui ont la même configuration que les tableaux 35 et 36 (annexes N°12 et N°13), qui présentent les dix premiers segments de (SV1) et (AV2). La 1^{ère} colonne correspond aux segments, tandis que les lignes enregistrent la fourchette de durée à laquelle appartient chacun d'eux.

Les fourchettes de durée Les segments	≤5 secondes	>5 et ≤10 secondes	>10 et ≤15 secondes	>15 et ≤20 secondes	>20 secondes
1	1	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0
3	0	1	0	0	0
4	1	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0
7	0	1	0	0	0
8	1	0	0	0	0
9	1	0	0	0	0
10	0	1	0	0	0

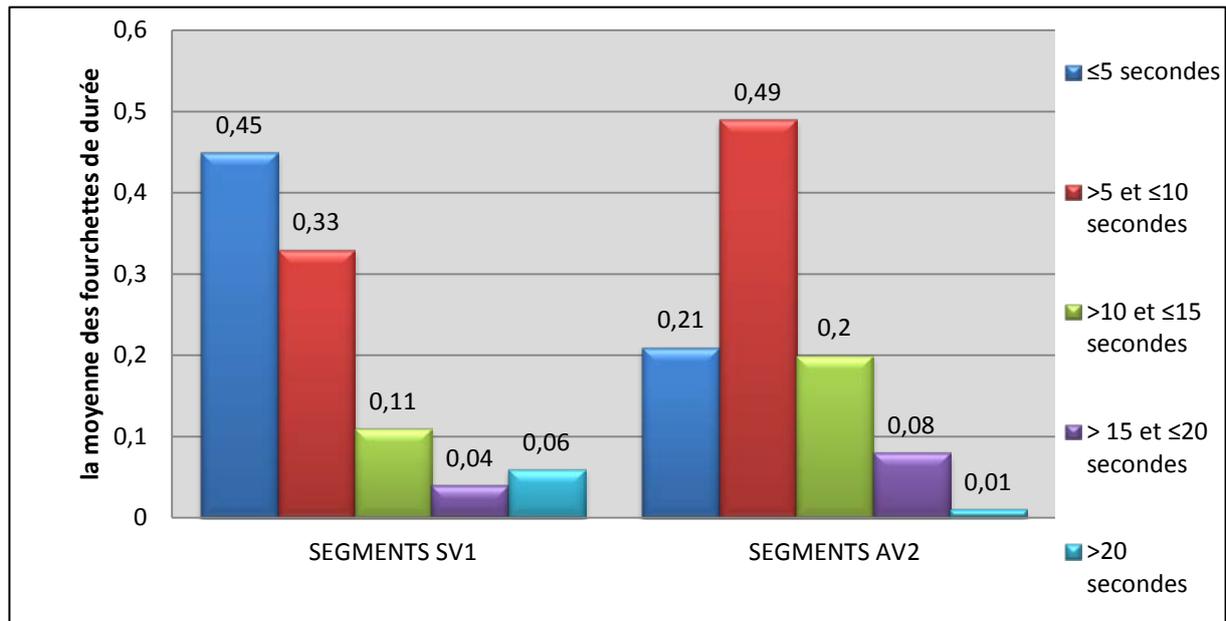
Tableau 35 : le classement des durées des cinq premiers segments de (SV1).

Les fourchettes de durée Les segments	≤5 secondes	>5 et ≤10 secondes	>10 et ≤15 secondes	>15 et ≤20 secondes	>20 secondes
1	0	0	1	0	0
2	0	1	0	0	0
3	1	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0
7	0	1	0	0	0
8	0	1	0	0	0
9	0	1	0	0	0
10	1	0	0	0	0

Tableau 36 : le classement des durées des cinq premiers segments de (AV2).

a-3- Les moyennes des fourchettes des durées des segments dans chaque processus

On a calculé la moyenne des cinq fourchettes de durée par segment, pour les deux recueils. Les résultats contenus dans le graphe 9 ci-dessous, révèlent une différence dans les fourchettes dominantes de chaque processus.



Graphe 9: Les moyennes des fourchettes de durée des segments de (SV1) et de (AV2).

Ainsi, les segments ayant une durée de temps supérieure à 5 secondes et inférieure ou égale à 10 secondes, sont les segments dominants dans (AV2). Tandis que les segments qui ont une durée inférieure ou égale à 5 secondes sont ceux qui sont dominants dans SV1 (graphe 9). Ceci confirme que le changement des intentions dans le processus sans visualisation d'images se fait plus rapidement que dans celui avec visualisation.

La visualisation d'images a réduit quantitativement les intentions de (AV2). En revanche, elle a suscité une augmentation des durées des segments. Elle a en fait réduit l'hésitation du processus par un allongement de la durée des segments, soulignant ainsi un travail plus réfléchi.

Afin de déterminer si ce résultat se limite uniquement au niveau surfacique ou touche également au niveau profond, qui est le niveau des chaînes primitives, On a établi un classement des durées des chaînes primitives de (SV1) et (AV2) (tableau 37 et 38 et annexes N°14 et N°15), puis on a calculé la moyenne de chacune des fourchettes de durée, telles que présentées dans le graphe 10 ci-dessous.

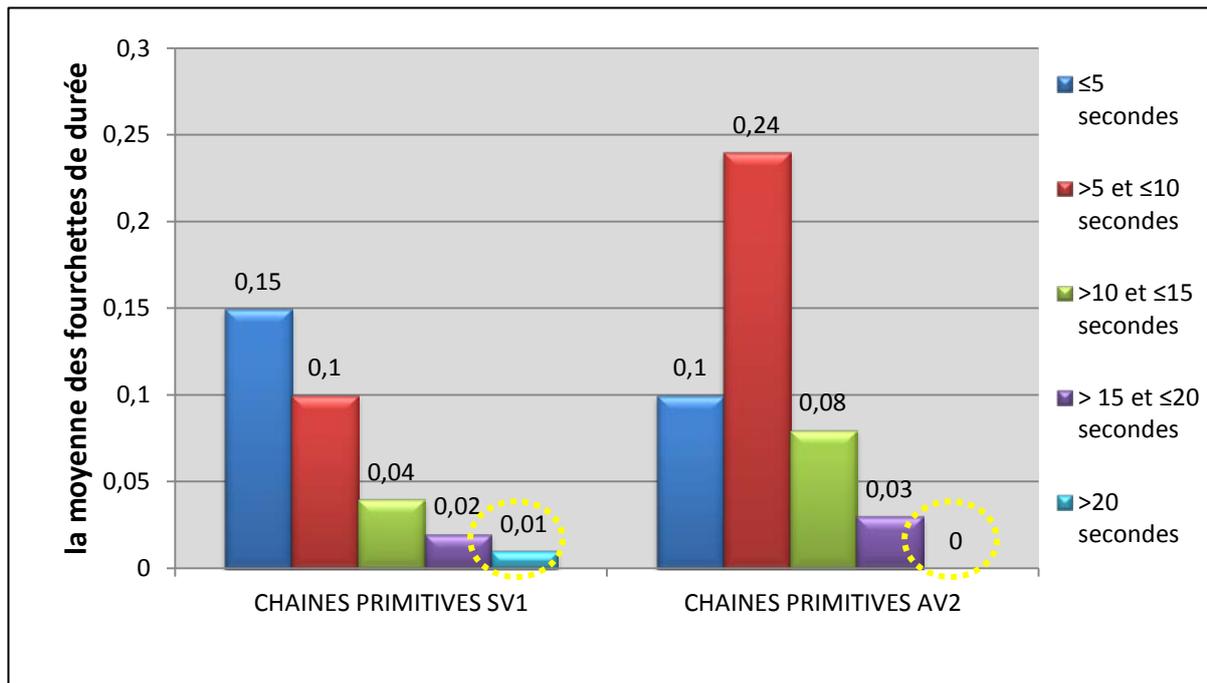
Les fourchettes des durées \ Chaînes primitives	≤5 secondes	5<...≤10 secondes	10<...≤15 secondes	15<...≤20 secondes	20< secondes
1	1	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0
3	0	1	0	0	0
5	1	0	0	0	0
7	0	1	0	0	0
10	0	1	0	0	0
11	0	1	0	0	0
12	1	0	0	0	0
14	1	0	0	0	0
15	1	0	0	0	0

Tableau 37: le classement des durées des dix premières chaînes primitives de (SV1).

Les fourchettes des durées \ Chaînes primitives	≤5 secondes	5<...≤10 secondes	10<...≤15 secondes	15<...≤20 secondes	20< secondes
1	0	0	1	0	0
2	0	1	0	0	0
3	1	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0
11	0	0	0	1	0
12	0	1	0	0	0
15	0	0	1	0	0
16	0	1	0	0	0

Tableau 38: le classement des durées des dix premières chaînes primitives de (AV2).

La majorité des chaînes primitives de (AV2) s'inscrivent dans la fourchette de durée supérieure à 5 secondes et inférieure ou égale à 10 secondes, contrairement aux chaînes primitives de (SV1) qui s'inscrivent dans la fourchette de durée inférieure ou égale à 5 secondes, tel que le montre le graphe 10. Ceci indique que la visualisation d'images de précédents, influe également sur la structure profonde, en ralentissant la cadence d'exécution des chaînes primitives.



Graphe 10 : Les moyennes des fourchettes des durées des chaînes primitives de (SV1) et (AV2).

Par ailleurs, la durée de ces chaînes primitives ne dépasse jamais 20 secondes chez (AV2) d'où l'absence totale de cette fourchette sur le graphe 10. Ceci signifie que la visualisation d'images de précédents limite la durée de genèse des chaînes primitives à un maximum de 20 secondes. Elle leur permet de se manifester dans un laps de temps plus homogène et donc elle procure une réflexion plus opérante (la structure profonde) et plus uniforme dans la durée.

Nous dirons donc en conclusion, que la visualisation d'images de précédents dote le processus d'un aspect réfléchi sur les deux niveaux, surfacique et profond.

B-2) la durée des catégories d'actions de conception du modèle sémiotique

Le degré de réflexion de tout processus s'exprime à travers la longueur de ses segments. Nous comparons, dans notre cas, les deux processus, par le biais de la durée de temps dominante, pour chaque catégorie d'action. Nous utilisons, pour ce faire, les fourchettes de durée élaborées plus en amont.

Les figures 29, 30 et 31, présentent les moyennes d'occurrence de chaque catégorie d'actions, réparties sur les cinq fourchettes de durées¹⁰, dans chacun des deux processus.

La durée de segment dominante pour chaque catégorie d'actions, est identifiée, pour chaque processus, par la fourchette de durée de segment dominante pour la catégorie d'actions en question. La comparaison de ces fourchettes de durée dominantes, dans les deux processus (SV1) et (AV2), informe sur l'impact de la visualisation d'images de précédents sur la durée de la catégorie d'actions concernée.

La figure 29 ci-dessous, montre que les catégories d'action RE, CA et CAS, chez AV2, sont plus lentes. Elles sont plus sollicitées dans la fourchette de durée supérieure à 5 secondes et inférieure ou égale à 10 secondes. Contrairement à SV1, où elles sont plus sollicitées dans la fourchette de durée inférieure ou égale à 5 secondes et donc sont plus rapides. La visualisation d'images de précédents ralentit ainsi la référence externe, la conception abstraite et la production de sens. Elles prennent plus de temps et indiquent une activité mieux réfléchie et plus précise. Au sein de SV1, ces catégories d'actions prennent plutôt la forme d'un brassage rapide d'idées qui montre l'indécision de SV1.

Les catégories d'actions de perception interne (PI) et de référence interne (RI) de (AV2), se situent principalement dans la fourchette de durée supérieure à 5 secondes et inférieure ou égale à 10 secondes. Celles de (SV1) se manifestent surtout dans la fourchette de durée inférieure ou égale à 5 secondes (figure 30). Ceci implique que la visualisation d'images de précédents ralentit également la perception interne et la référence interne.

¹⁰ (Exemple : la moyenne d'occurrence de PE chez SV1 est de 0,02 (graphe 4), elle se divise sur les cinq fourchettes de durée de segment comme suite : 0,01 « ≤5 », 0 « >5 et ≤10 », 0,01 « >10 et ≤15 », 0 « >15 et ≤20 » et 0 « >20 ».)

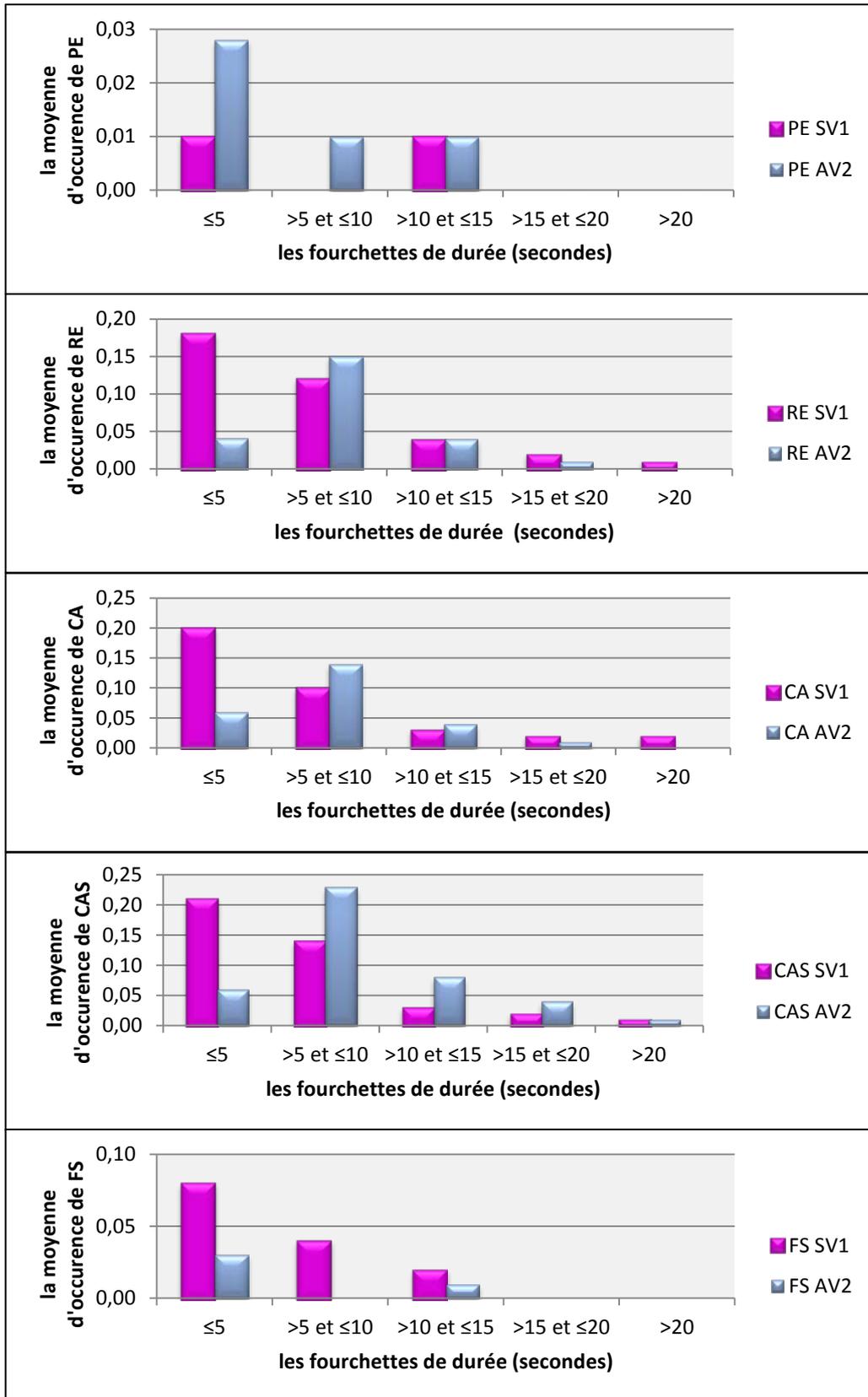


Figure 29: les durées de temps dominantes pour les catégories d'action de production de sens, dans les deux recueils (SV1) et (AV2).

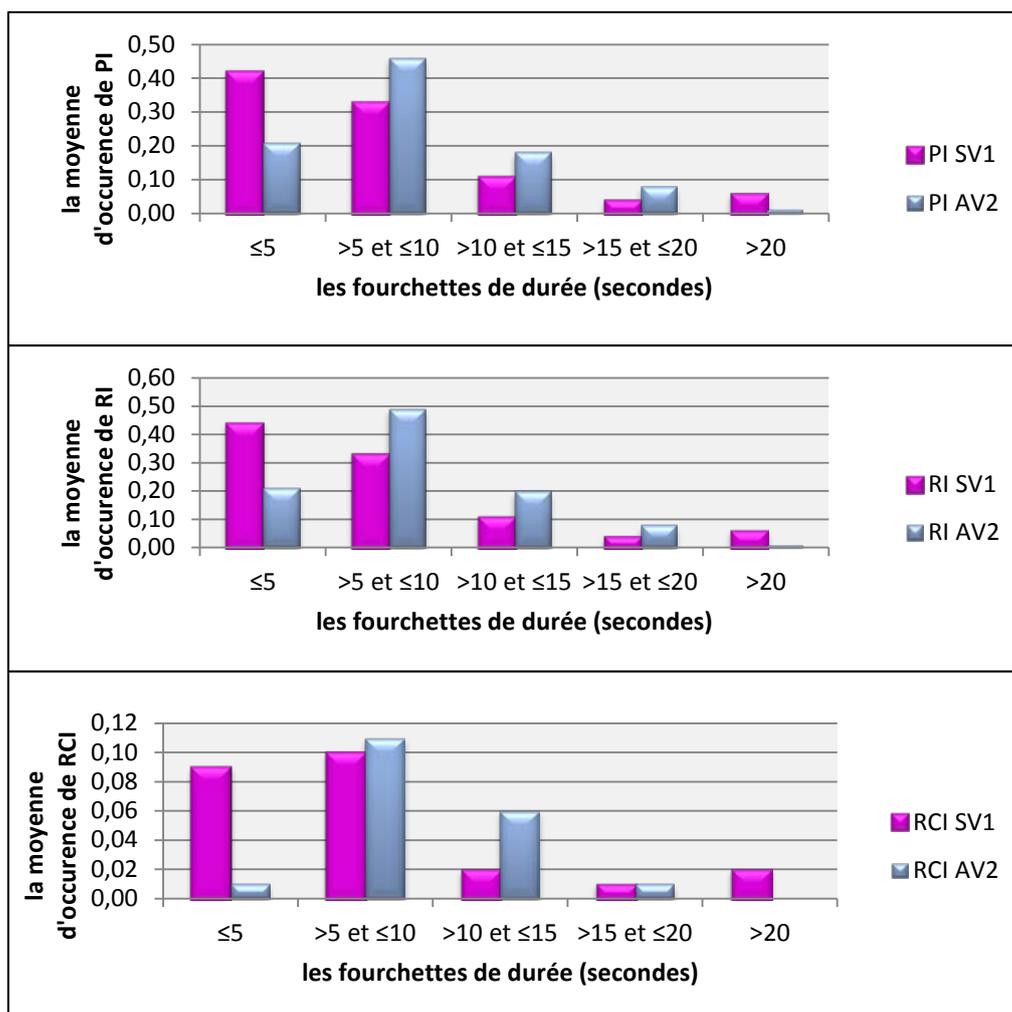


Figure 30: les durées de temps dominantes pour les catégories d'action de la navigation, dans les deux recueils (SV1) et (AV2).

La visualisation d'images de précédents rend donc la création et l'utilisation des références, au sein du processus, plus réfléchi. Ceci souligne une intelligence de la navigation, qui améliore et rehausse l'efficacité de l'activité de conception.

Par ailleurs, la visualisation d'images de précédents ne modifie pas la fourchette de durée dominante pour les différentes catégories d'actions de production morphique (figure 31). Toutefois, elle augmente le taux d'actions appartenant à cette fourchette, d'où une amélioration indirecte de l'efficacité de l'activité de conception morphique.

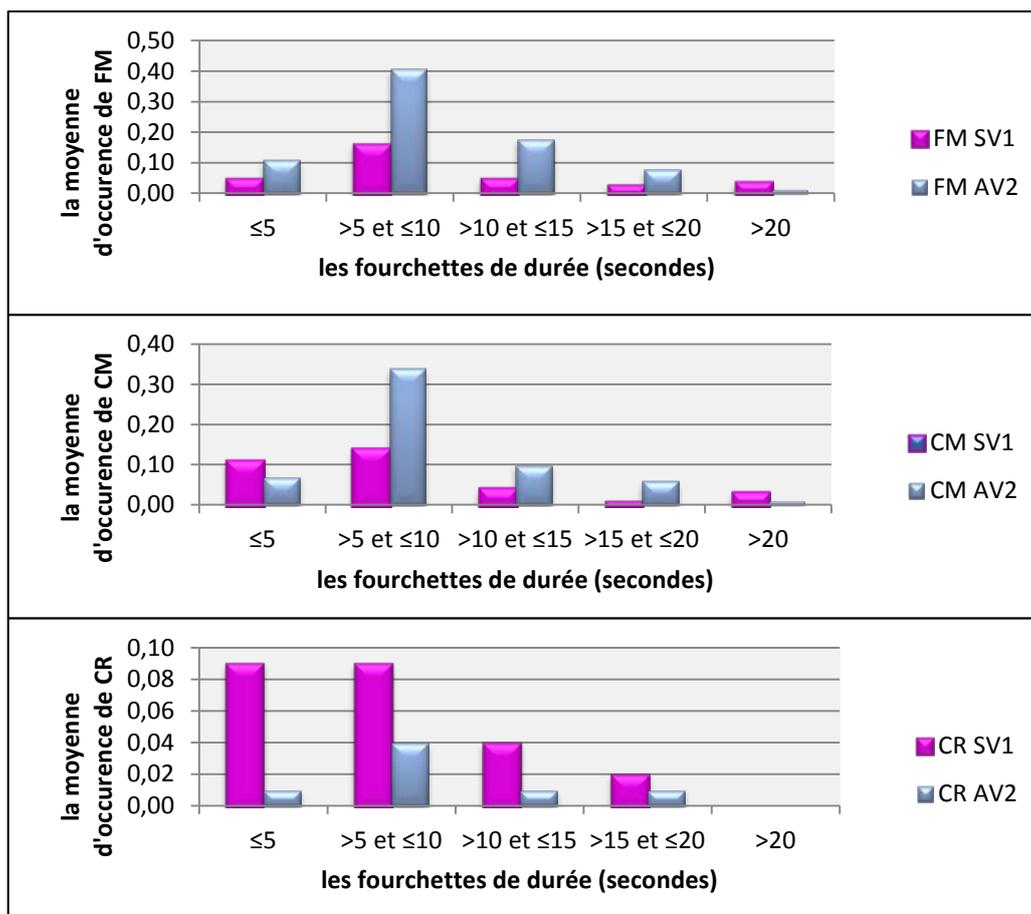


Figure 31: les durées de temps dominantes pour les catégories d'action de production morphique, dans les deux recueils (SV1) et (AV2).

En conclusion, la visualisation d'images de précédents, économise la longueur du processus mesurée en nombre de segments. Elle économise également les actions de conception investies, sur les deux niveaux, sollicitation et quantité. Ceci est particulièrement vrai pour les actions sémiques, qui deviennent plus opérantes. Elle augmente ainsi l'efficacité du processus, enrichit l'expérience sémique du sujet concevant et rend le processus plus mûre.

L'augmentation de l'efficacité du processus de conception suite à la visualisation d'images de précédents, se donne à voir comme synonyme d'un processus réfléchi, moins pressé, de cadence uniforme, moins hésitant et au final, plus opérant.

La figure 32 ci-dessous, synthétise les résultats obtenus par les deux niveaux de mesure de l'efficacité.

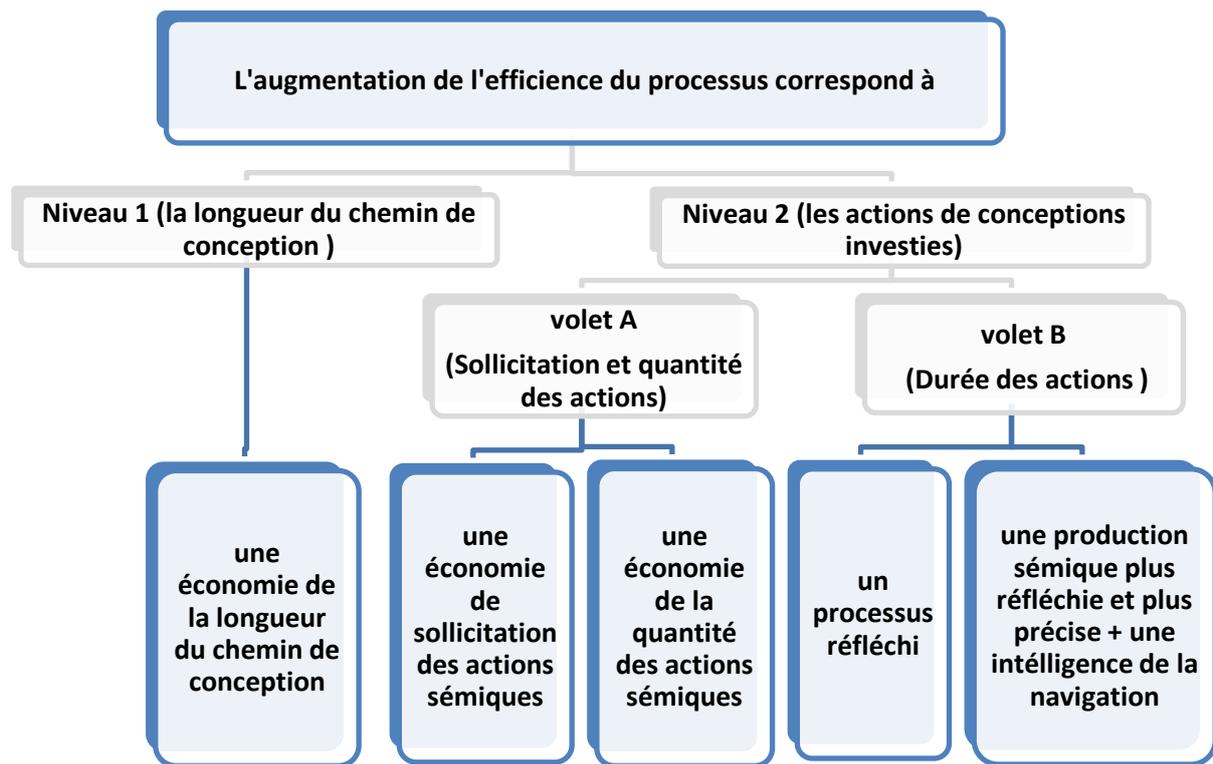


Figure 32: Les résultats obtenus par les deux niveaux de mesures de l'efficacité.

I-1-2- L'efficacité du processus

Dans son travail, Goldschmidt (1995), n'explique pas assez la notion d'efficacité et se limite à souligner son rapport avec la productivité « *l'efficacité que nous allons plus ou moins faire correspondre à la productivité* »¹¹.

L'efficacité est également définie comme le « *caractère d'une personne, d'un organisme efficace, qui produit le maximum de résultats avec le minimum d'efforts, de moyens* » (www.larousse.fr/dictionnaires). Elle « *se dit d'une chose qui produit l'effet attendu* » (Larousse, 1994). Ces définitions de l'efficacité, fournies par le dictionnaire, se révèlent également inutiles à la mesure de l'efficacité, puisque elles renvoient toutes aux paramètres déjà analysés dans le contexte de l'efficacité.

¹¹ Traduit par l'auteur de l'anglais "Effectiveness, which we shall more or less equate with productivity" (Goldschmidt, 1995).

C'est pourquoi on a utilisé le synonyme de l'efficacité : « *infaillibilité* » (Larousse, 1994) pour élaborer un moyen de mesure de l'efficacité. Infaillible « *se dit de quelque chose qui ne peut manquer de produire le résultat attendu* » (Larousse, 1994), autrement dit, c'est la capacité d'une action d'aboutir au résultat voulu, sans avoir recours à refaire ou à répéter cette action. Ceci est mesuré, dans ce travail, par la comparaison de la sollicitation dans les différentes catégories d'actions, des chaînes primitives relativement aux autres chaînes qui sont des répétitions de celles-ci.

La diminution du taux de répétition d'une catégorie d'actions implique une augmentation de son efficacité. Et vice-versa, l'augmentation du taux de répétition d'une catégorie d'actions implique une diminution de son efficacité. Pour pouvoir réaliser cette comparaison entre les deux processus (SV1) et (AV2), en matière d'efficacité, on a calculé la moyenne d'occurrence de chaque catégorie d'actions dans les chaînes primitives et dans les autres chaînes (les répétitions).

Les graphes de la figure 33 ci-dessous, représentent les moyennes d'occurrence des différentes catégories d'actions dans les chaînes primitives (calculées à partir des tableaux 30 et 31) et des autres chaînes (chaînes répétées) pour (SV1) et (AV2) ¹².

La figure 33 ci-dessous, indique une réduction des sollicitations de toutes les catégories d'action de la production sémique dans les chaînes répétées, chez AV2. Cette réduction atteint l'élimination totale de la sollicitation de PE et FS dans les autres chaînes. La visualisation d'images de précédents augmente donc l'efficacité de la production sémique.

Concernant les catégories d'actions de navigation, présentées dans la figure 34 ci-dessous, on constate également une réduction des sollicitations de toutes ses catégories d'action dans les chaînes répétées, chez AV2. Ceci indique une augmentation de l'efficacité de la navigation.

¹² La moyenne d'occurrence d'une catégorie d'actions dans les chaînes répétées est égale à la moyenne d'occurrence de la catégorie d'actions en question, dans le processus complet (tableaux 28 et 29), moins la moyenne d'occurrence de cette catégorie dans les chaînes primitives (tableaux 30 et 31). (Exemple : chez SV1, la moyenne d'occurrence de PE dans les chaînes répétées (0,002) = la moyenne d'occurrence de PE dans le processus (0,020) - la moyenne d'occurrence de PE dans les chaînes primitives (0,018)).

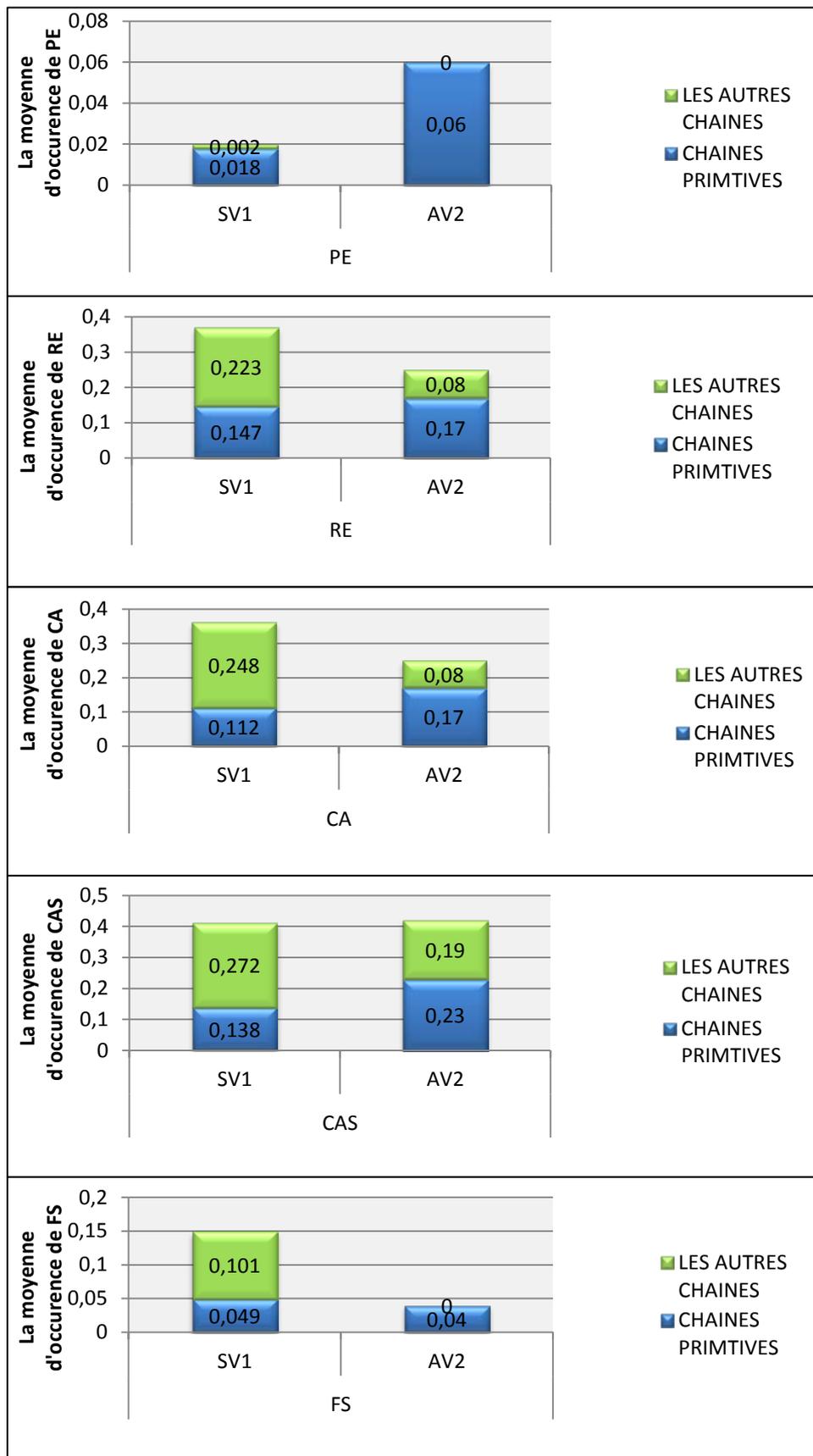


Figure 33: les moyennes d'occurrence des catégories d'action de la production sémique, dans les chaînes primitives et les autres chaînes, des deux processus (SV1) et (AV2).

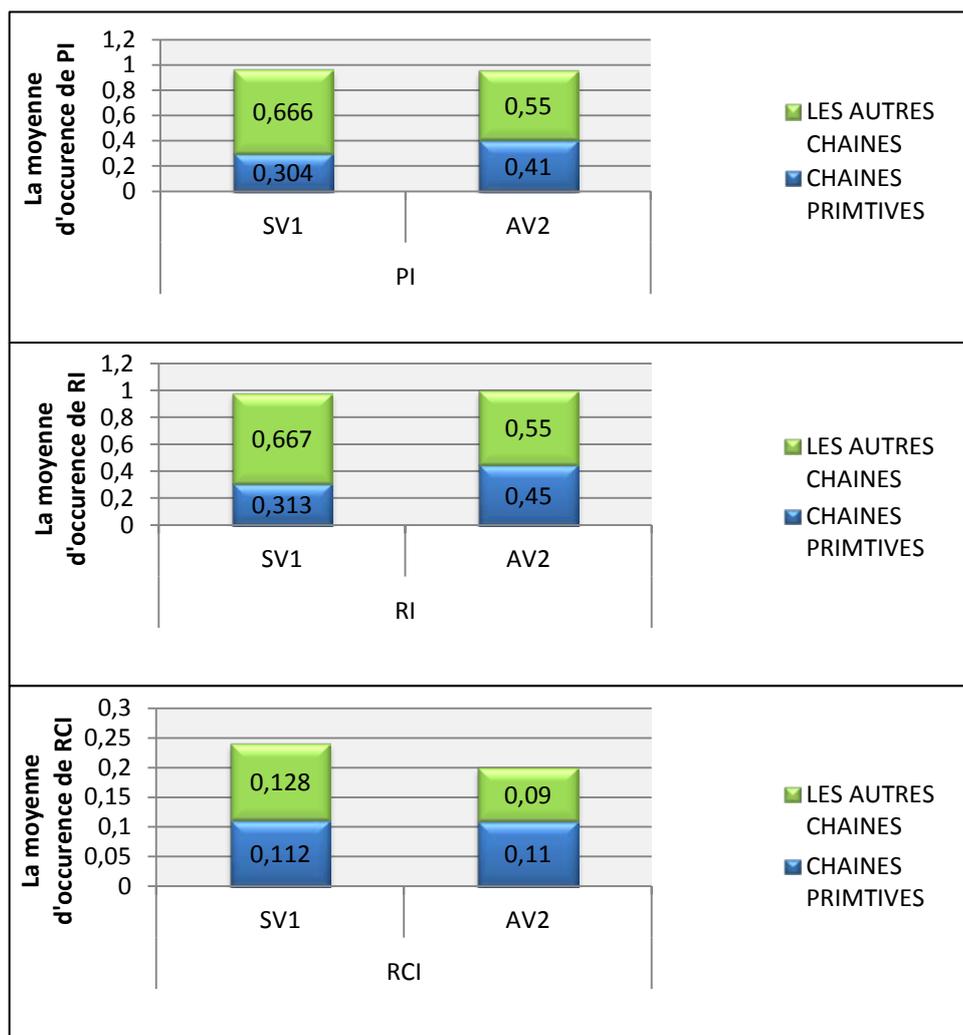


Figure 34: les moyennes d'occurrence des catégories d'action de la navigation, dans les chaînes primitives et les autres chaînes, des deux processus (SV1) et (AV2).

La figure 35 ci-dessus, indique une réduction de la sollicitation de la catégorie d'action d'évaluation (CR) dans les chaînes répétées, chez AV2. Cette réduction touche uniquement à cette catégorie et ne concerne pas les catégories CM et FM qui augmentent. Ceci implique une efficacité élevée de l'évaluation.

Au final, la visualisation d'images de précédents, rend le processus plus efficace en augmentant l'efficacité de sa production sémique, de sa navigation et de ses actions d'évaluation. L'un dans l'autre, l'efficience et l'efficacité du processus rendent le processus de genèse de l'idée plus productif.

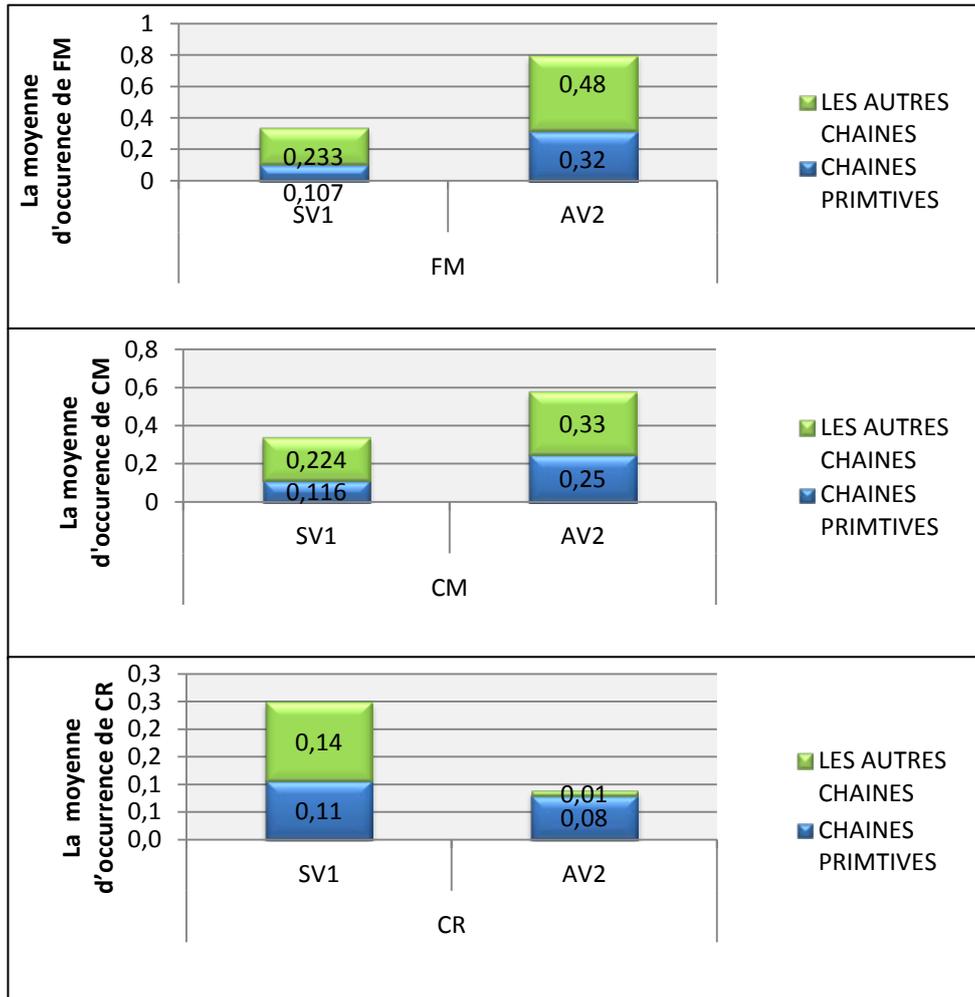


Figure 35: les moyennes d'occurrence des catégories d'action de la production morphique, dans les chaînes primitives et les autres chaînes, des deux processus (SV1) et (AV2).

I-II- Le degré d'influence de la visualisation d'images de précédents sur la morphologie du processus

La morphologie du processus est la forme qui en résulte de la représentation de l'ensemble des segments qui le constituent. La représentation des segments est faite selon la sollicitation des différentes catégories d'action du modèle sémio-morphique. L'intérêt de la comparaison de la morphologie des deux processus (SV1) et (AV2), est de comprendre l'impact de la visualisation d'images, sur la forme de sollicitation des différentes catégories d'actions de conception le long du travail de conception.

La comparaison des deux recueils sur le plan morphologique, porte sur deux niveaux. Un niveau global qui s'intéresse à la morphologie du processus dans sa totalité, et un niveau détaillé qui focalise sur l'ordre de sollicitation des différentes catégories d'action prise une par une.

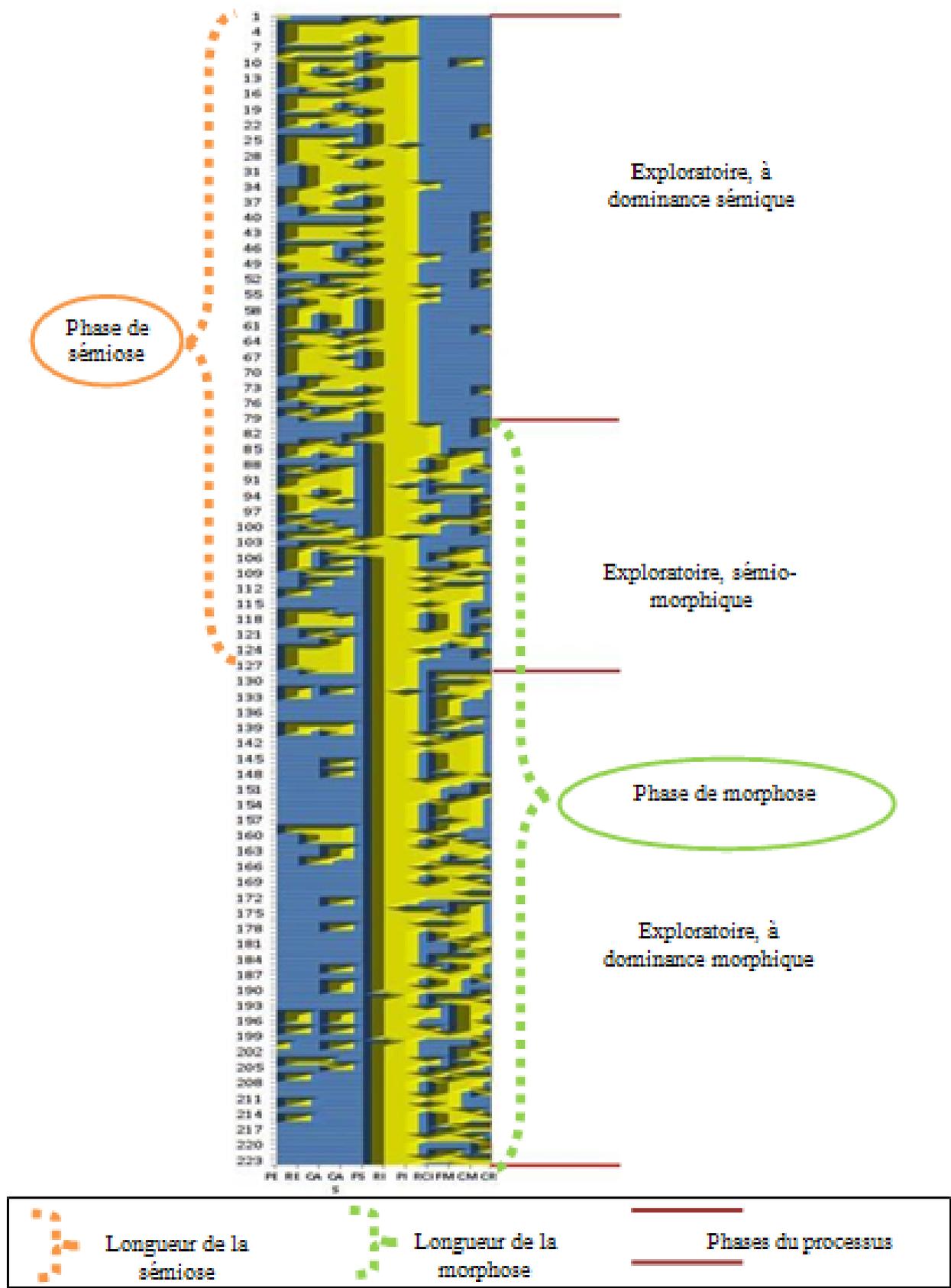
I-II-1- La morphologie du processus

Pour obtenir la morphologie du processus, on a élaboré un graphe surfacique pour chacun des deux recueils AV2 et SV1 (graphe 12). Il représente la distribution des sollicitations des différentes catégories d'actions du processus, selon leurs ordres chronologiques d'apparition. Le graphe 12 suivant, représente les différents segments par deux couleurs. Le bleu indique l'absence de la catégorie en question, tandis que le jaune représente sa sollicitation.

La morphologie des deux recueils, montre une distribution analogue des catégories d'actions pour les deux processus de conception. Elle se manifeste par une forte sollicitation des catégories PE, RE, CA, CAS et FS au début des deux processus et qui s'atténue au fur et à mesure qu'on avance dans le temps. Au contraire des catégories FM, CM, CR qui ne se présentent qu'après un certain moment et persistent jusqu'à la fin ; les catégories PI et RI sont sollicitées le long des deux processus.

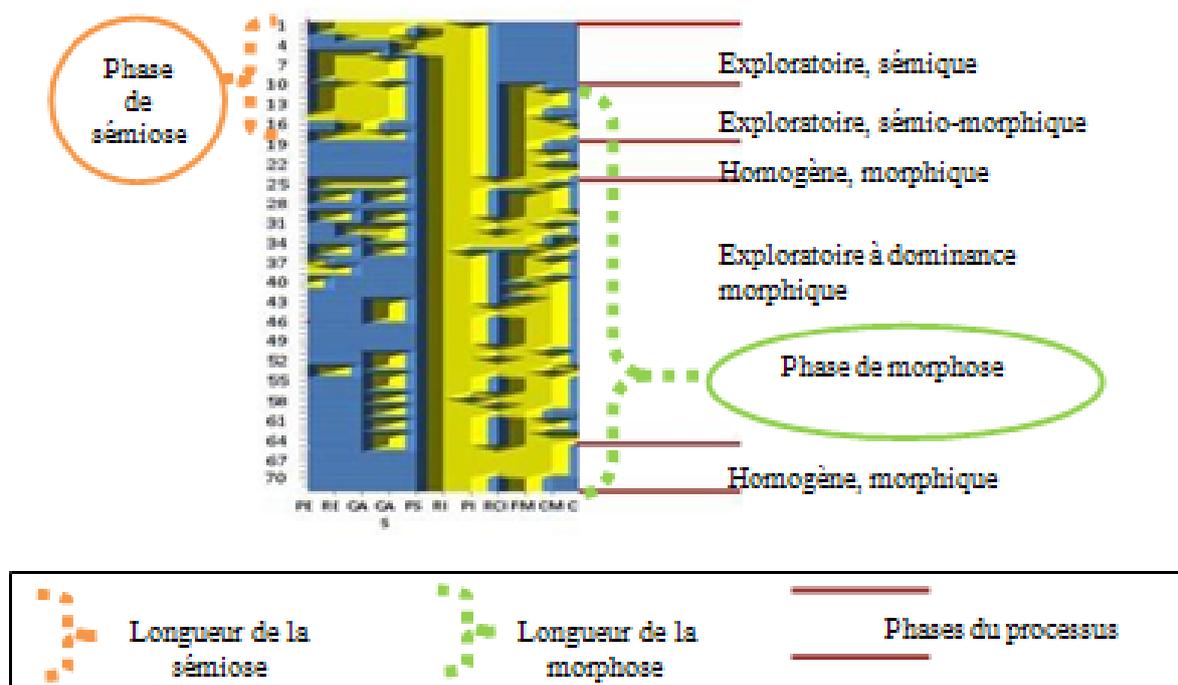
Arrouf (2012), a défini deux types de phases qui permettent de lire les moments du processus. Le premier type est celui de « *phase exploratoire* » qui sollicite un grand nombre de catégories d'actions et se présente sous une forme peu homogène. Le deuxième type est celui de « *phase homogène* » comme l'indique son nom, il est plus uniforme que le premier et se limite à un seul type de production qu'il soit sémique ou morphique.

Malgré la similitude surfacique globale des deux recueils, on constate que la surface de (SV1) est constituée principalement de « *phases exploratoires* » (Arrouf, 2012) qui sollicitent les différentes catégories de manière irrégulière. Ceci se lit notamment dans l'hétérogénéité de son aspect surfacique (graphe 11).



Graphe 11: La morphologie du processus (SV1), illustrée par les phases homogènes et exploratoires.

Les « *phases homogènes* » de (SV1) ne sont pas assez longues pour être distinctes (graphe 11). Ceci donne à voir de longues phases exploratoire (graphe 11) qui changent uniquement de dominance. La première phase exploratoire est à dominance sémique. Elle se prolonge du début du processus jusqu'au segment 80. La deuxième est à dominance mixte. Elle est sémio-morphique et se prolonge du segment 81 au segment 128. La dernière phase est à dominance morphique. Elle commence au segment 129 et se termine au dernier segment 224.



Graphe 12: La morphologie du processus (AV2), illustrée par les phases homogènes et exploratoires.

Les « *phases homogènes* » dans le graphe surfacique du processus (AV2) sont identifiables entre les segments 19-25 et les segments 65-71 (graphe 12). Ces phases homogènes s'alternent avec des « *phases exploratoires* », qui se situent entre les segments 1-10, les segments 11-18 et les segments 26-64. Cette alternance des deux types de phases dans le processus (AV2) brise l'enchaînement des phases exploratoires qui caractérise le processus (SV1) et attribue plus d'homogénéité à la morphologie de (AV2).

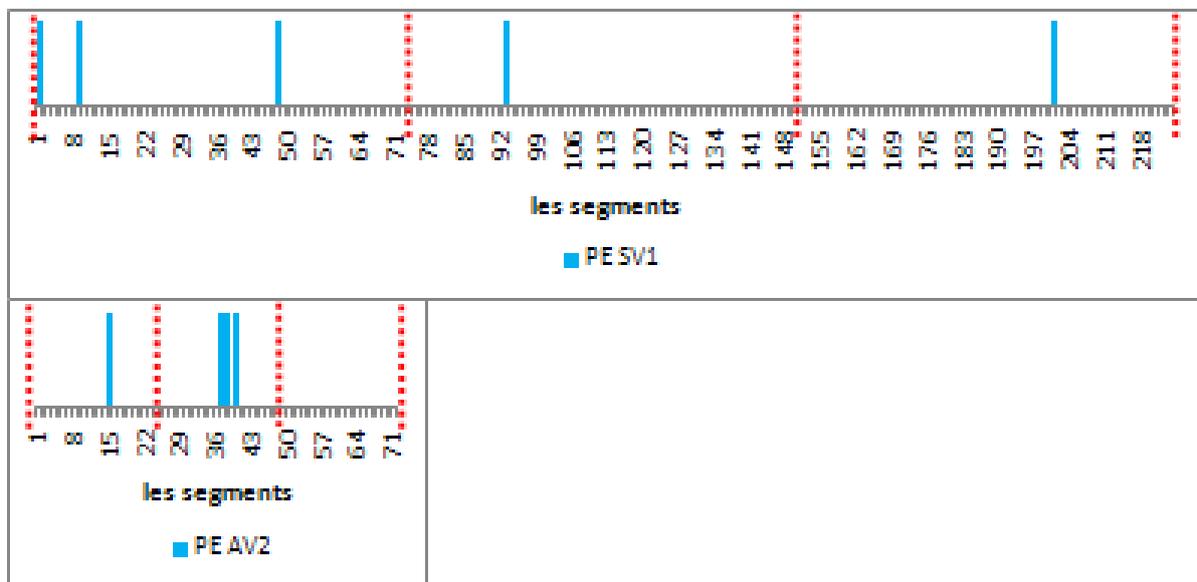
La visualisation d'images de précédents affecte la morphologie du processus en réduisant la longueur des phases exploratoires. Elle suscite une plus grande homogénéité du processus. Celle-ci est également visible au sein des phases de sémiose et de morphose. Les graphes 11 et 12 laissent voir que la production sémique de (AV2) est plus homogène et moins longue

que celle de (SV1). Elle se prolonge sur 25 % du processus tandis que celle de (SV1) occupe 62 % du processus (graphes 12 et 13). Par ailleurs la production morphique est plus homogène et plus longue chez (AV2) car elle se prolonge sur 84 % du processus alors qu’au sein de (SV1) elle n’occupe que 64 % du processus (graphes 11 et 12).

I-II-2- L'ordre de sollicitation des différentes catégories d'actions

La comparaison de l'ordre de sollicitation des différentes catégories d'actions, se fait par la comparaison de leur distribution tout au long du processus. Elle se focalise sur les changements qui peuvent toucher les points suivants : le début, la fin, l'enchaînement et le positionnement de chacune des catégories d'actions.

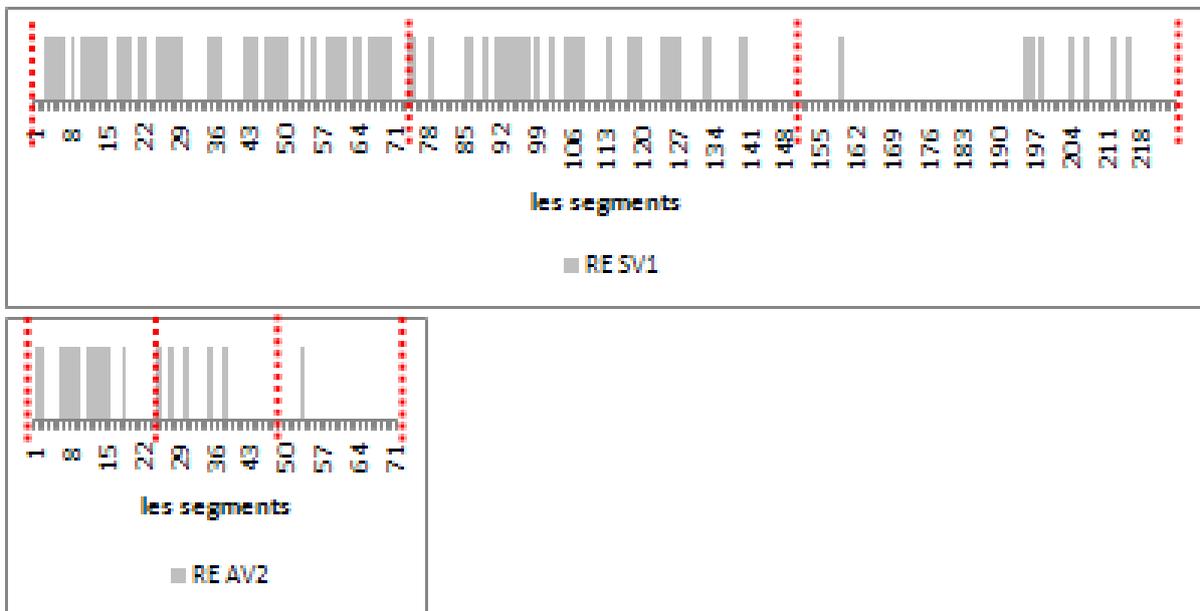
Les deux processus (SV1) et (AV2), qui font l'objet de cette comparaison, n'ont pas la même longueur. On a donc divisé chaque processus en trois parties égales afin de pouvoir comparer la sollicitation de chacune des catégories relativement aux trois moments : amont, milieu et aval du processus. Les graphes 13, 14, 15, 16 et 17, représentent la distribution des catégories d'action de la production sémique au sein des deux processus (SV1) et (AV2).



Graph 13: La distribution de la catégorie d'actions de la perception externe (PE) au long des deux processus (SV1) et (AV2).

La distribution des actions de la perception externe (PE), au sein des deux processus, reportée dans le graphe 13 ci-dessus, montre une différence dans la prise en considération des données externes par les deux sujets concevants. Au sein de (SV1), la perception externe est éparpillée le long du processus, signifiant ainsi une utilisation des données externes à différents moments du processus.

Au sein de (AV2), la perception externe est moins éparpillée. Elle est plus concentrée et se situe surtout au milieu du processus. L'utilisation des données externes au sein de (AV2), est à la fois retardée et écourtée. La visualisation d'images de précédents limite donc le recours aux données externes dans le temps du processus. Elle limite l'utilisation des données de conception au début et au milieu du processus.

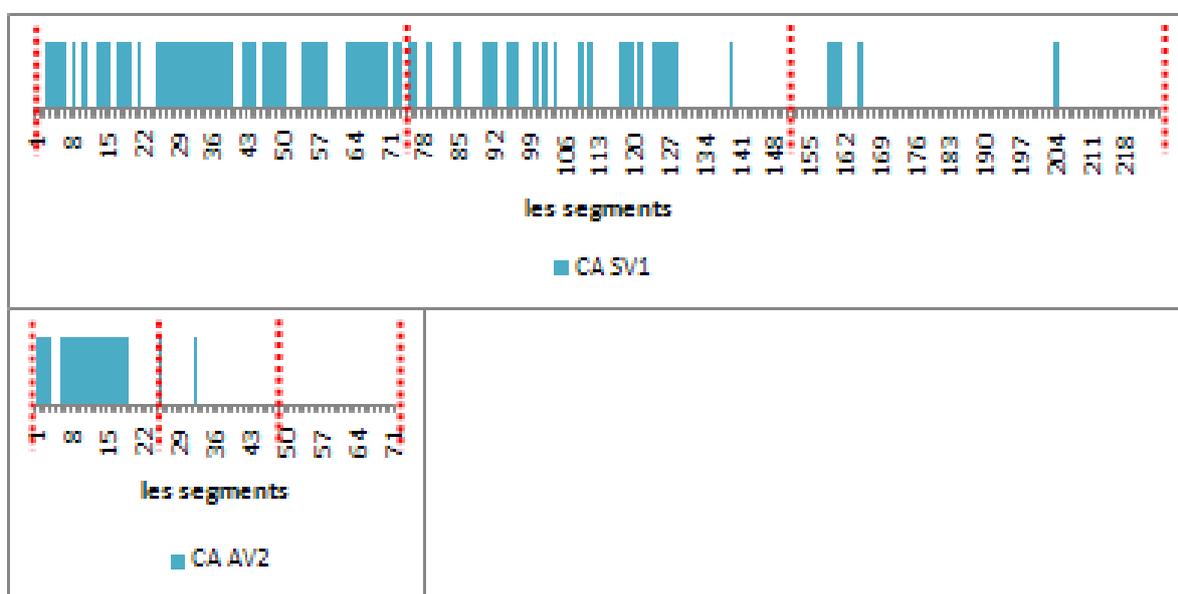


Graphe 14: La distribution de la catégorie d'actions de la référence externe (RE) au long des deux processus (SV1) et (AV2).

La distribution des actions de référence externe (RE), présentée dans le graphe 14 ci-dessus, indique un changement dans l'utilisation des données externes chez (AV2). Elle s'achève plus tôt qu'au sein de (SV1) où elle réapparaît à la fin du processus. (SV1) fait recours aux données externes tout le long du processus, alors qu'au sein de (AV2) l'utilisation des références externes occupe principalement la phase amont du processus et s'achève au début du dernier tiers de celui-ci.

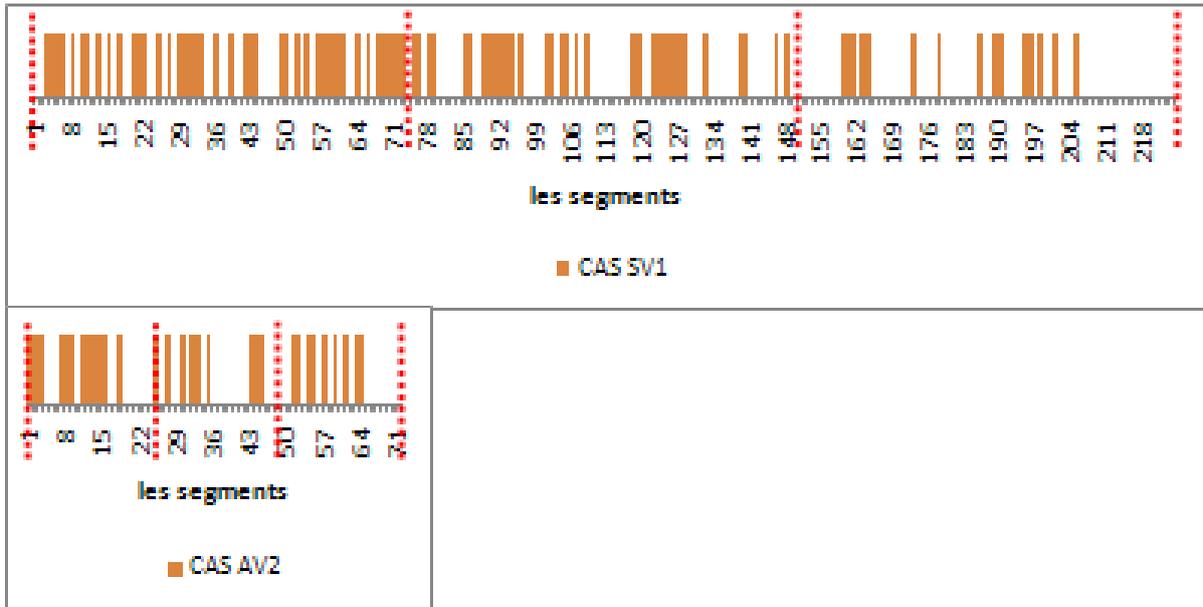
Ceci signifie que, contrairement à (SV1), (AV2) connaît une richesse dans la production des connaissances internes. Celles-ci limitent et réduisent la nécessité de recourir aux connaissances internes au processus.

Pour sa part, la conception abstraite (CA), présentée dans le graphe 15 ci-dessous, occupe d'une manière enchaînée, la phase amont du processus de (AV2). Elle diminue parallèlement à son accomplissement, jusqu'à sa disparition totale vers le milieu du processus. La visualisation d'images accélère et concentre la conception abstraite (CA), qui se positionne au début du processus.



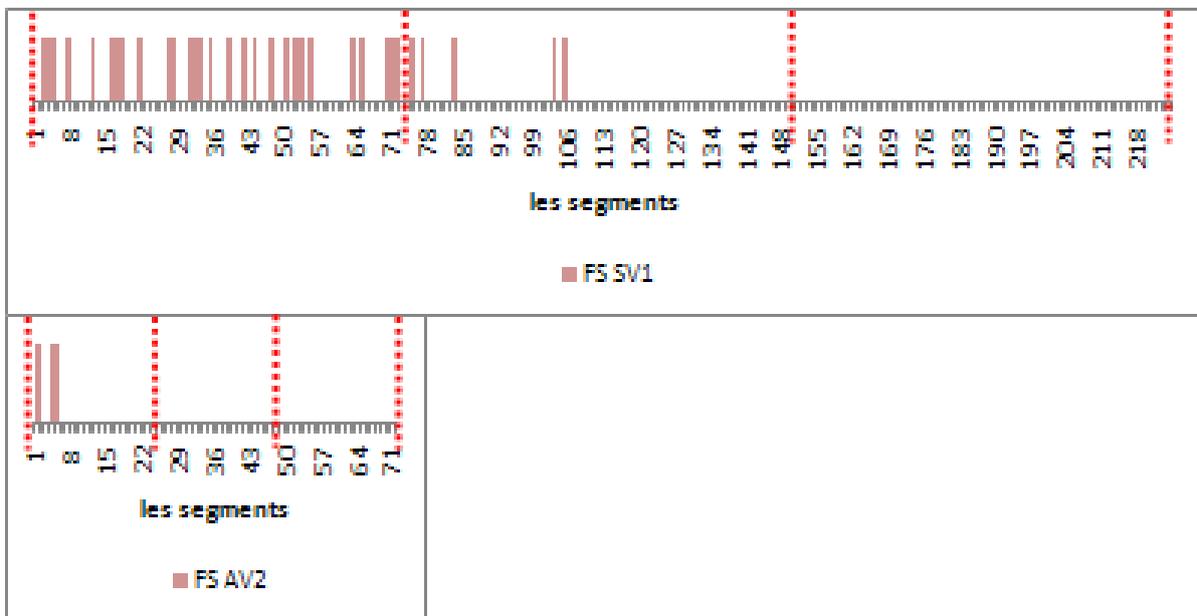
Graph 15: La distribution de la catégorie d'actions de la conception abstraite (CA) au long des deux processus (SV1) et (AV2).

La distribution des actions de production de sens (CAS) ne présente pas une grande différence entre les deux processus (graphe 16). Toutefois la comparaison du premier tiers de chaque processus, montre qu'il y a moins de coupures au sein de (AV2) qu'au sein de (SV1). La production de sens est ainsi plus enchaînée, principalement dans la phase amont du processus (AV2). La visualisation d'images de précédents augmente donc l'enchaînement de la production de sens en amont du processus.



Graph 16: La distribution de la catégorie d'actions de production du sens (CAS), au long des deux processus (SV1) et (AV2).

La distribution de la catégorie des actions de figuration du sens (FS) montre, chez (AV2) un accomplissement de la figuration du sens dans les premiers segments de la phase amont du processus (graphe 17). Chez (SV1), elle se prolonge jusqu'au milieu du processus. La visualisation d'images de précédents accélère la figuration du sens et la limite au tout début du processus.



Graph 17: La distribution de la catégorie d'actions de figuration du sens (FS), au long des deux processus (SV1) et (AV2).

La figure 36 ci-dessus, récapitule les changements dans l'ordre de sollicitation des différentes catégories d'actions de la production sémique, dues à la visualisation d'images de précédents.

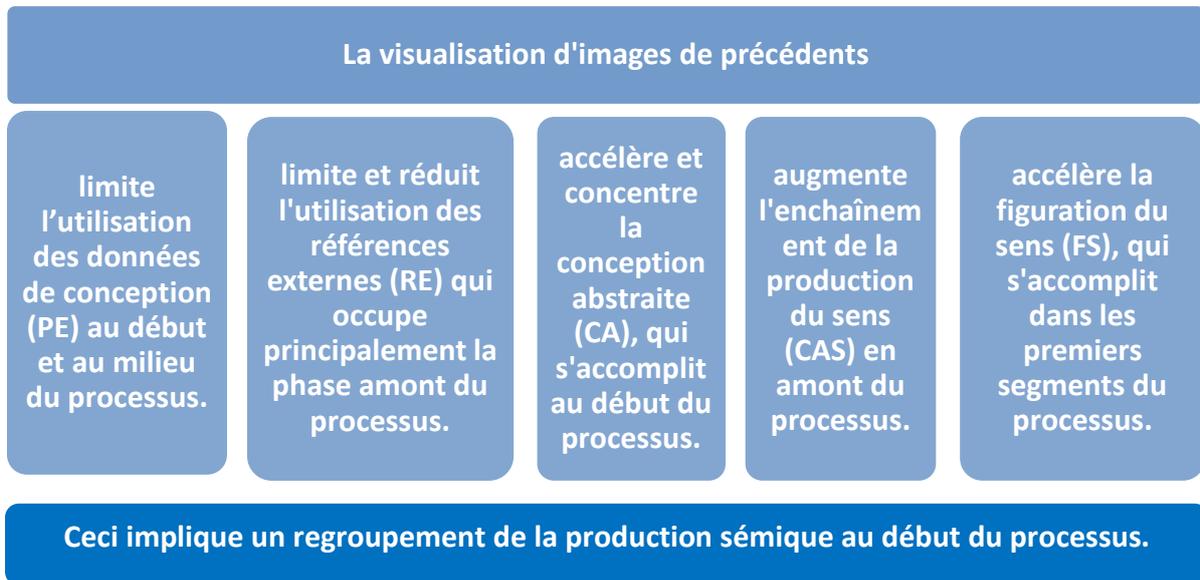
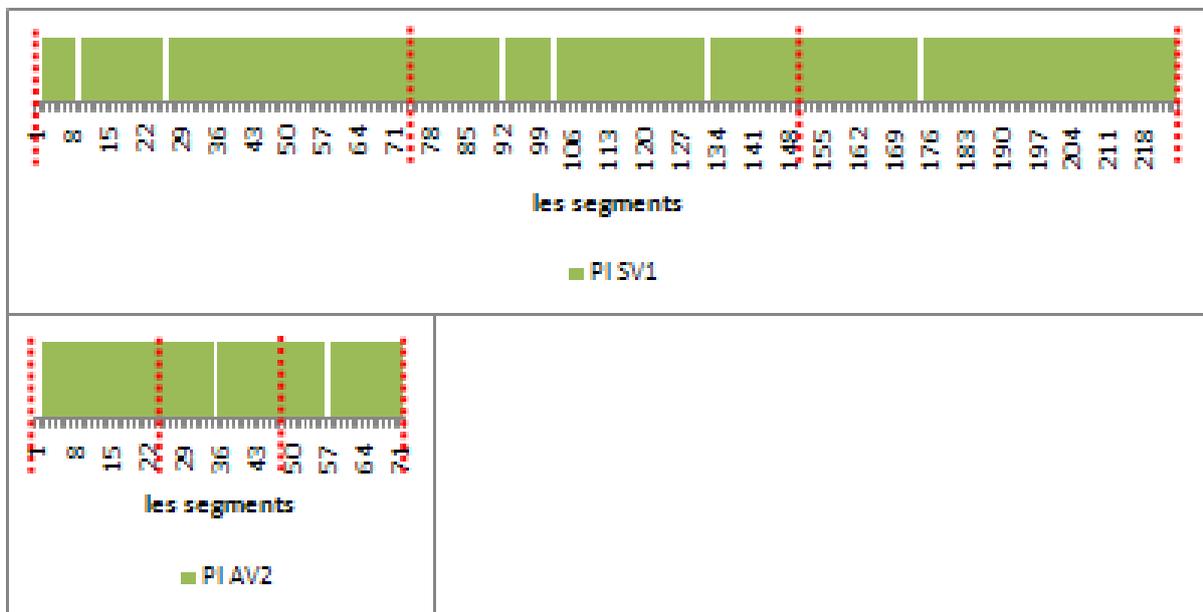


Figure 36: Récapitulatif de l'impact de la visualisation d'images de précédents, sur l'ordre de sollicitation des catégories d'actions de la production sémique (PE, RE, CA, CAS, FS).



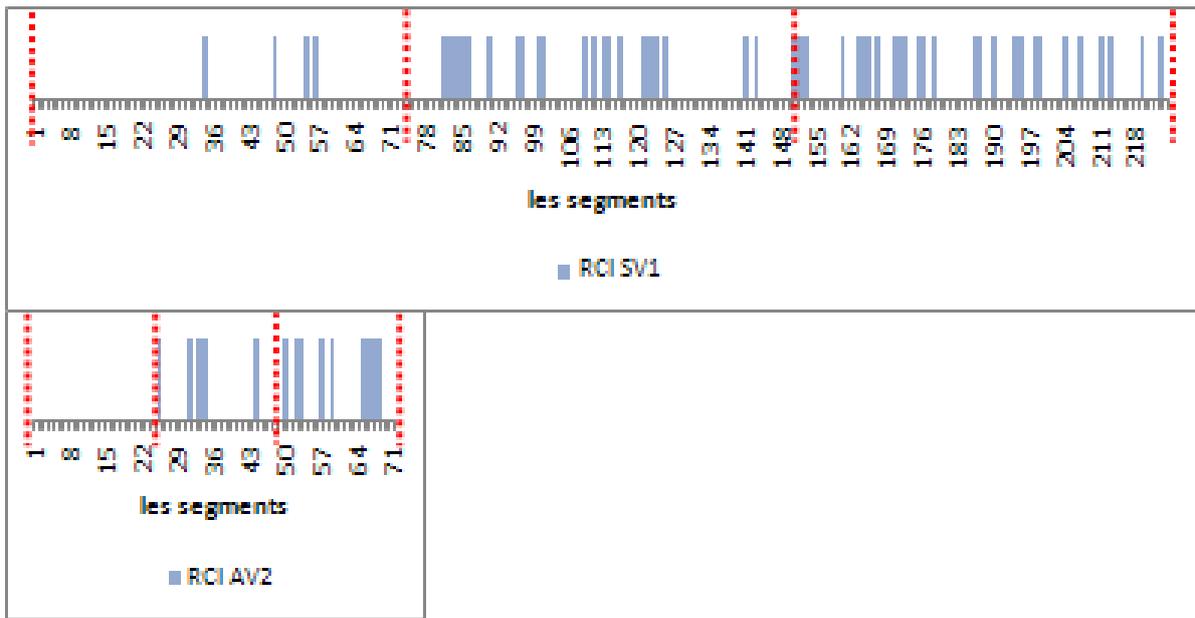
Graph 18: La distribution de la catégorie d'actions de perception interne (PI), au long des deux processus (SV1) et (AV2).



Graphe 19: La distribution de la catégorie d’actions de référence interne (RI), au long des deux processus (SV1) et (AV2).

Quant aux actions de la navigation, les graphes 18 et 19, ci-dessus représentent la distribution des catégories d’actions PI et RI, au long des deux processus (SV1) et (AV2). En passant de (SV1) à (AV2), on constate une réduction des ruptures dans la distribution des deux catégories d’actions de perception interne (PI) et de référence interne (RI).

La distribution des actions de réutilisation de la référence interne (RCI), dans le graphe 20 ci-dessous, indique un retard d’apparition de ces actions chez (AV2). Contrairement à (SV1) où les actions de va-et vient, figurent dès le début du processus. La visualisation d’images de précédents retarde l’apparition des va-et vient jusqu’au milieu du processus, ce qui désengorge la navigation dans la phase amont du processus et la rend plus efficace. Ce retard dans l’apparition de RCI est, par ailleurs, un signe de disparition de l’hésitation qui caractérise (SV1) et l’oblige à revenir en arrière au début du processus alors même que celui-ci n’a pas encore produit suffisamment de connaissance interne pour pouvoir la réutiliser de manière efficace.



Graph 20: La distribution de la catégorie d’actions de réutilisation de la référence interne (RCI), au long des deux processus (SV1) et (AV2).

La figure 37 ci-dessous, récapitule l’impact de la visualisation d’images de précédents sur l’ordre de sollicitation des catégories d’actions de la navigation.

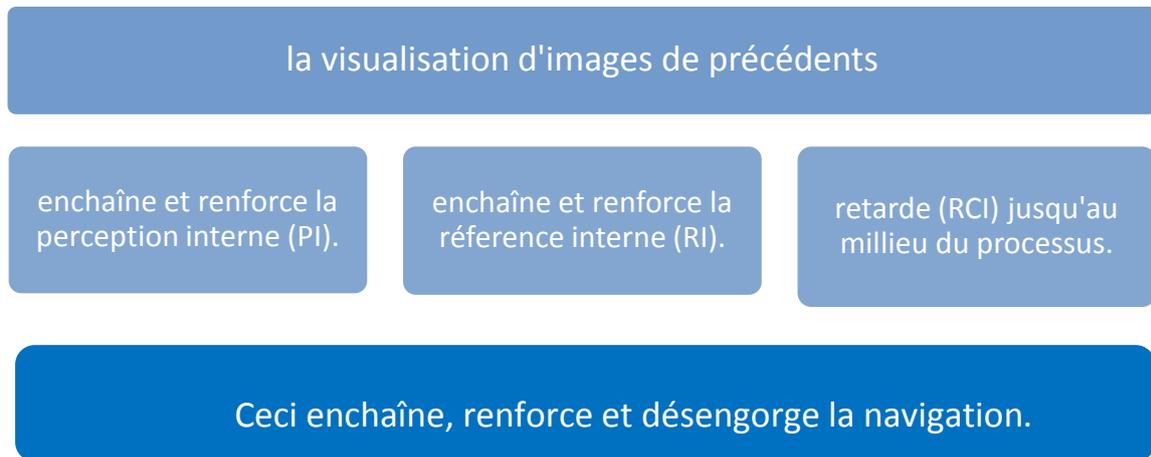
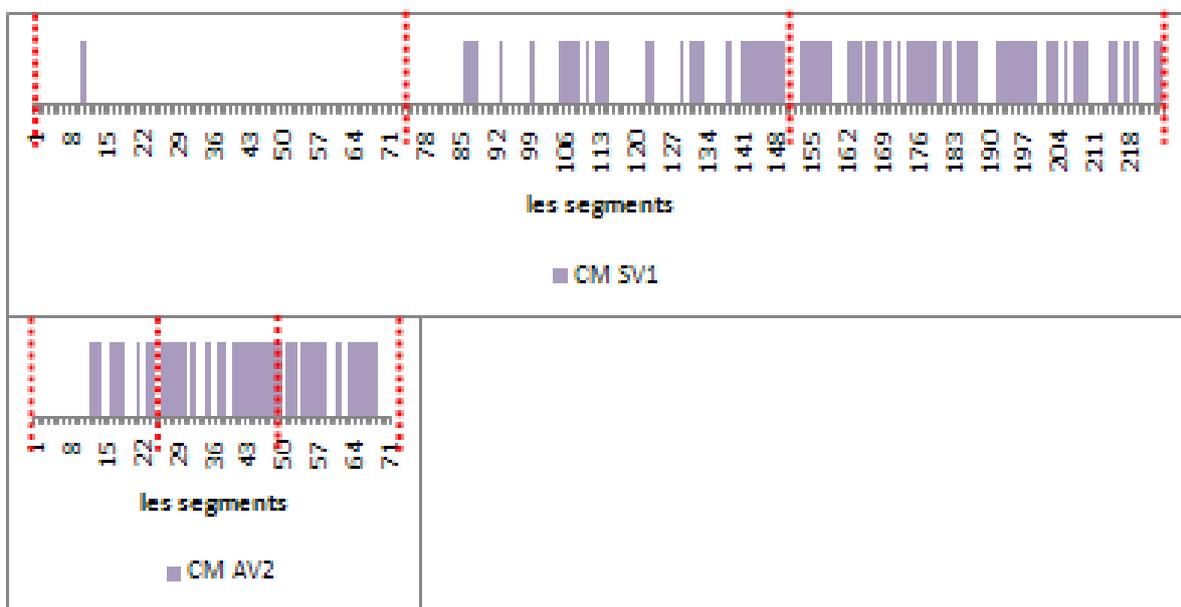


Figure 37 : Récapitulatif de l’impact de la visualisation d’images de précédents, sur l’ordre de sollicitation des catégories d’actions de la navigation (PI, RI, RCI).

les graphes 21 et 22, ci-dessous, représentent la distribution des catégories d’action de la production morphique au sein des deux processus (SV1) et (AV2).



Graph 21: La distribution de la catégorie d’actions de figuration morphique (FM), au long des deux processus (SV1) et (AV2).

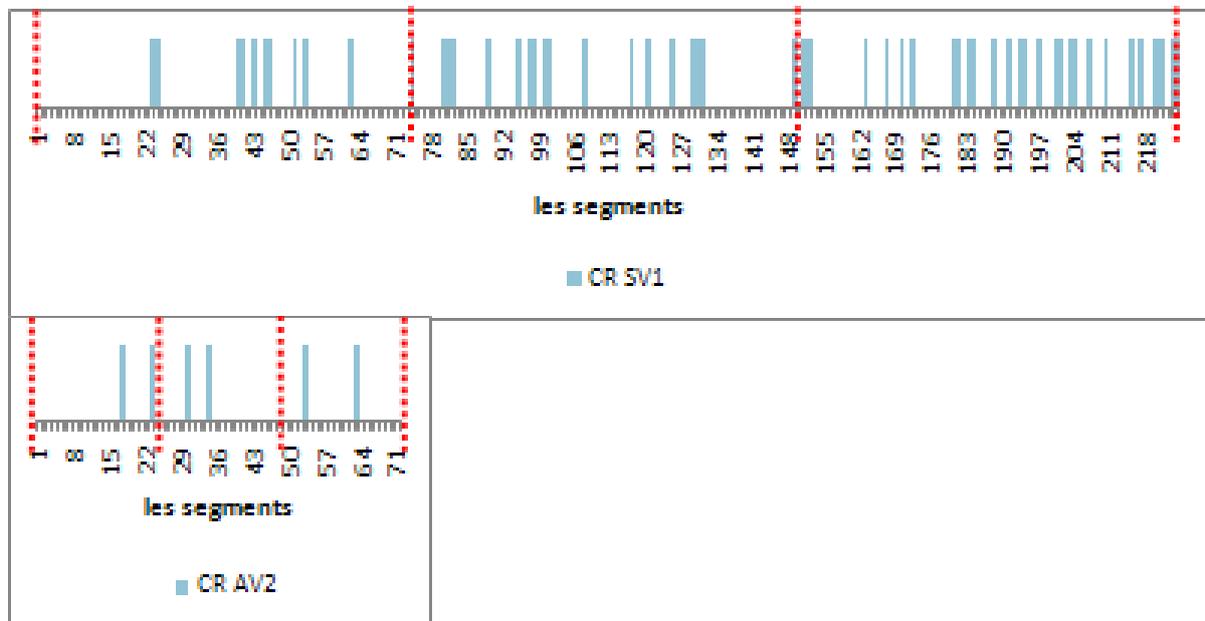


Graph 22: La distribution de la catégorie d’actions de conception morphique (CM), au long des deux processus (SV1) et (AV2).

La distribution des catégories d’actions de figuration morphique (FM) et de conception morphique (CM), présentée dans les graphes 21 et 22 ci-dessus, indique une différence entre les deux processus. Chez (AV2), la figuration et la conception morphiques commencent dans

la phase amont du processus, tandis que, chez (SV1), elles commencent principalement dans la phase du milieu du processus. Par ailleurs, la figuration et la conception morphiques sont plus enchainées chez (AV2) que chez (SV1). La visualisation d'images de précédents engendre une précocité et un enchainement de la figuration morphique (FM) et de la conception morphique (CM).

Quant à la distribution de la catégorie d'action d'évaluation (CR), elle montre un espacement important entre les moments d'évaluation chez (AV2). Par ailleurs, l'évaluation y commence plus tard et s'y accomplit plus tôt que chez (SV1). Où elle se déploie sur la majorité du processus confirmant ainsi l'hésitation et l'indécision du processus qui ressent le besoin de recourir à une évaluation continue de ses productions.



Graph 23: La distribution de la catégorie d'actions d'évaluation (CR), au long des deux processus (SV1) et (AV2).

La visualisation d'images de précédents réduit donc le nombre des actions d'évaluation, et retarde leur apparition. Ceci augmente l'économie cognitive du processus et montre la réduction du caractère indécis et hésitant de (SV1).

La figure 38 ci-dessous, récapitule l'impact de la visualisation d'images de précédents sur l'ordre de sollicitation des catégories d'actions de la production morphique.

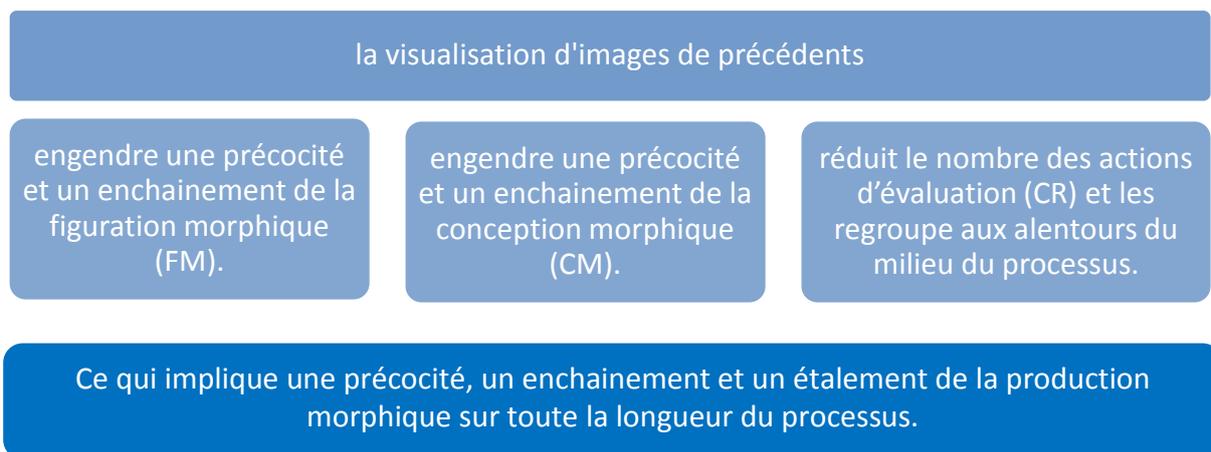


Figure 38: Récapitulatif de l'impact de la visualisation d'images de précédents, sur l'ordre de sollicitation des catégories d'actions de la production morphique (FM, CM, CR).

La visualisation d'images de précédents modifie l'ordre de sollicitation de l'ensemble des catégories d'action FM, CM et CR, et engendre une précocité et un enchaînement de la production morphique qui domine le processus.

En conclusion, l'homogénéité du processus due à la visualisation d'images de précédents s'accompagne par :

- un regroupement de l'essentiel de la production sémique en amont du processus.
- un enchaînement de la navigation et un désengorgement de celle-ci en amont du processus.
- une précocité, un enchaînement et une dominance de la production morphique dans le processus.

I-III- Le degré d'influence de la visualisation d'images de précédents sur la créativité du processus

La créativité a fait l'objet de nombreuses études dans le domaine de la conception architecturale. Une part de ces études se focalise sur la créativité comme qualité de la conception produite (Finke, 1990 ; Casakin & Goldschmidt, 2000; Goldshmidt & Smolkov, 2006; Perttula, 2007), une autre part s'intéresse à la créativité comme qualité du processus de conception en lui-même (Goldschmidt, 2005 ; 2010; Arrouf, 2012).

Dans la présente recherche, la créativité du processus est mesurée sur le plan cognitif (Arrouf, 2012). Elle est relative aux chaînes primitives préalablement définies (page 62) et qui constituent la structure profonde du processus. Un processus est dit plus créatif quand il contient plus de chaînes primitives. L'identification de l'influence de la visualisation d'images de précédents sur la créativité du processus, se déploie sur trois points présentés dans la figure 39 suivante.

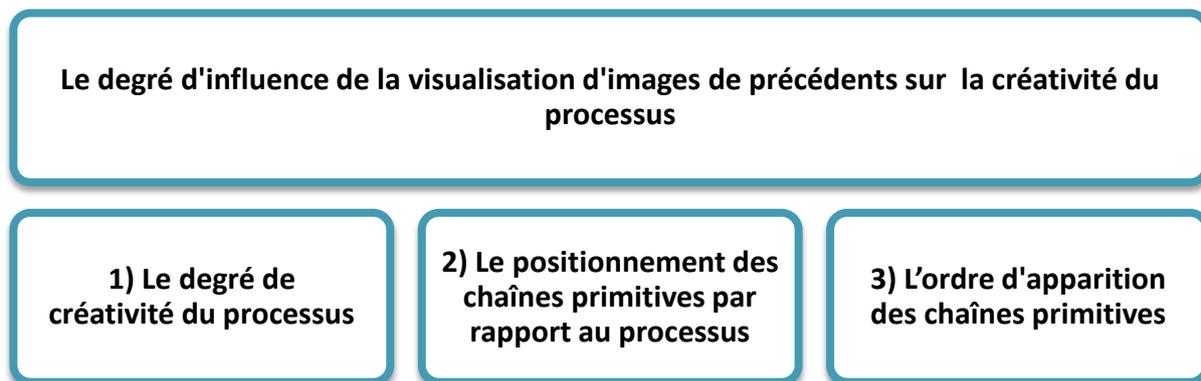


Figure 39: Les étapes de l'analyse du degré d'influence de la visualisation d'images de précédents sur la créativité du processus.

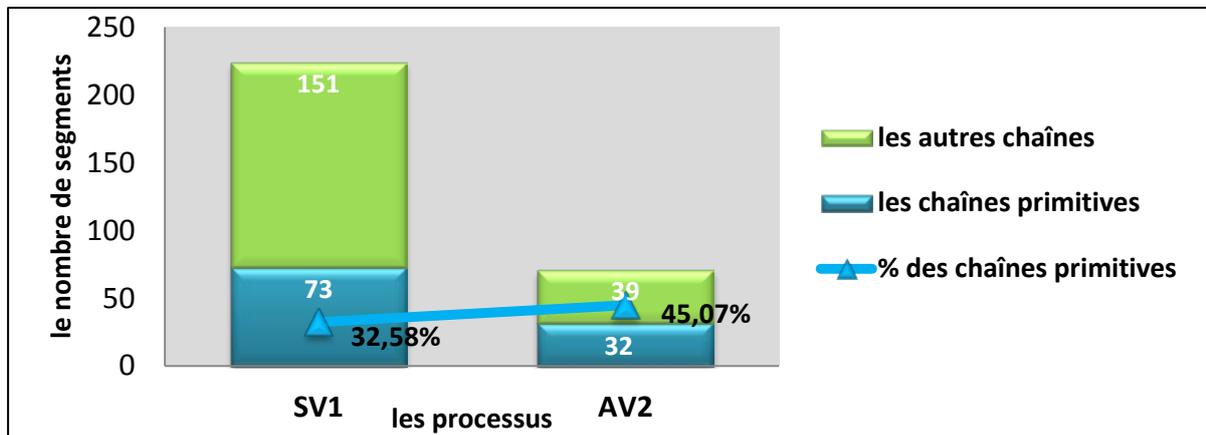
I-III-1-Le degré de créativité du processus

Le degré de créativité du processus est mesuré par le pourcentage des chaînes primitives par rapport au nombre total des segments du processus. Le pourcentage des chaînes primitives par rapport au nombre total de chaînes d'actions chez (SV1) et (AV2), est présenté dans le tableau 39 suivant.

LES PROCESSUS	SV1	AV2
NOMBRE TOTAL DES CHAINES D' ACTIONS	224	71
NOMBRE DES CHAINES PRIMITIVES	73	32
% DES CHAINES PRIMITIVES	32,58%	45,07%

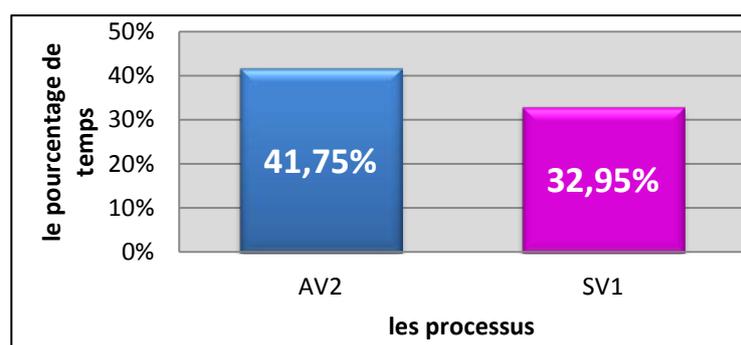
Tableau 39 : Le pourcentage relative le nombre de chaînes primitives au nombre total des chaînes d'actions mises en œuvre dans les segments du processus.

Le graphe 24 ci-dessous, indique que le pourcentage des chaînes primitives de (SV1) est inférieur à celui de (AV2). Ceci signifie que la visualisation d'images augmente le ratio des chaînes primitives et réduit la répétition des mêmes chaînes. Elle augmente ainsi le degré de créativité du processus par l'augmentation du ratio des chaînes originales.



Graphique 24: Le pourcentage des chaînes primitives dans les deux processus (SV1) et (AV2).

Afin de comprendre s'il existe une relation entre l'augmentation du degré de créativité du processus et le temps consommé par les chaînes primitives, on a calculé le temps consommé par les chaînes primitives au sein de chaque processus. Il est égal à 09 minutes et 44 secondes pour (SV1) et 04 minutes et 31 secondes pour (AV2).



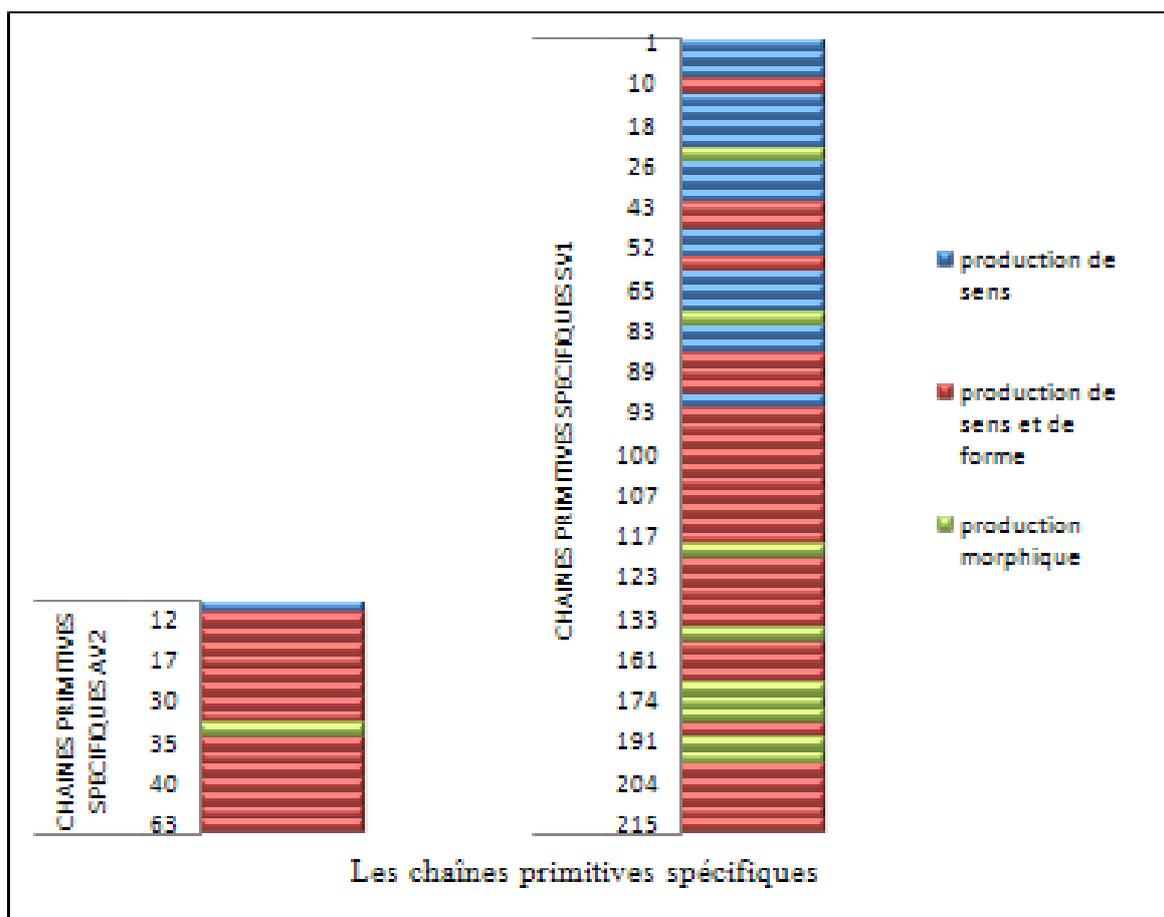
Graphique 25: Le pourcentage de temps consommé par les chaînes primitives par rapport au temps total de chaque processus.

Le graphe 25 ci-dessus, représente le pourcentage du temps consommé par les chaînes primitives, relativement au temps total de chaque processus. Chez (AV2), 41,75% du temps

du processus est consommé par des chaînes primitives, contrairement à SV1 où il ne représente que 32,95%. Ceci montre que la créativité au sein de (AV2) occupe plus de temps qu'au sein de (SV1). Autrement dit, (AV2) est cognitivement et temporellement plus créatif que (SV1).

Afin de mieux comprendre la logique profonde de cette différence créative, on a comparé le contenu des chaînes primitives de chaque processus. Ceci a montré l'existence de quinze chaînes primitives communes à (SV1) et (AV2), et de dix sept chaînes primitives spécifiques à (AV2) ainsi que cinquante huit chaînes primitives spécifiques à (SV1).

Le graphe 26 ci-dessous, visualise le contenu des chaînes primitives spécifiques à chaque processus, selon le type de production de chacune d'entre elles, élaboré selon Arrouf (2012) (annexes 16 et 17).



Graph 26: Les chaînes primitives spécifiques aux deux recueils (SV1) et (AV2).

On constate, sur le graphe 26, que les chaînes primitives spécifiques à (AV2) se distinguent par la dominance de la couleur rouge. Elle indique que presque toutes ces chaînes sont des chaînes de production de sens et de forme. Contrairement aux chaînes primitives spécifiques de (SV1) qui se divisent entre la production de sens, la production de forme et la production de sens et de forme.

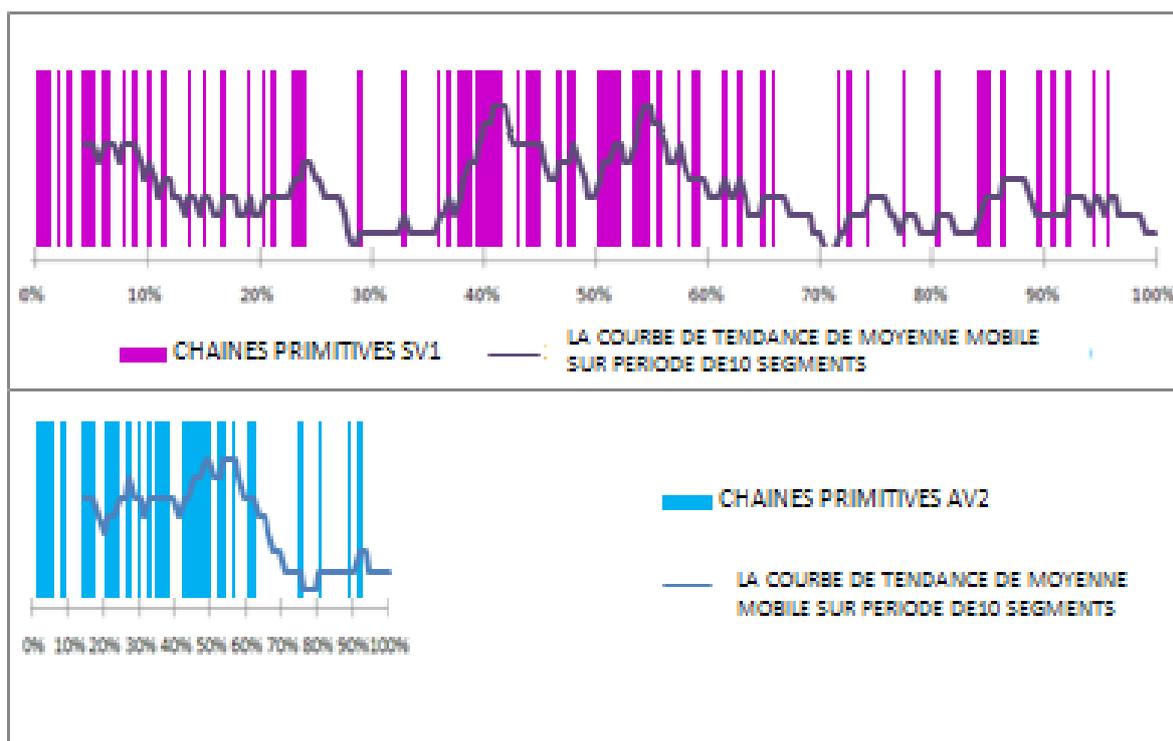
Il existe donc une différence dans la qualité des chaînes primitives spécifiques à (AV2), qui consiste dans leur nature composée (production de sens et de forme).

La visualisation d'images de précédents augmente la créativité du processus et change la qualité des chaînes primitives qui deviennent plus opératoires puisqu'elles mettent en concomitance le sémique et le morphique.

I-III-2-Le positionnement des chaînes primitives par rapport au processus

La définition d'une chaîne primitive (page 67) indique que c'est la première apparition d'une chaîne d'action, qui peut se situer à n'importe quel moment du processus. La représentation simultanée des apparitions des différentes chaînes primitives, permet de saisir la logique de positionnement de ces dernières par rapport à l'ensemble du processus. Afin de pouvoir comprendre si la visualisation d'images de précédents modifie ou pas la logique de positionnement des différentes chaînes primitives le long du processus, on a établi le graphe 27 ci-dessous. Il permet de visualiser l'emplacement des chaînes primitives par rapport à chaque processus.

L'observation des positions des chaînes primitives dans le graphe 27 ci-dessous, montre que les chaînes primitives de (SV1) se regroupent au début du processus entre 0% et 25% et au milieu entre 35% et 60% du processus, vu l'intensité de la couleur prune qui indique leur présence enchaînée à ces emplacements. Tandis que pour (AV2), la présence des chaînes primitives indiquée par la couleur bleu, est moins espacée et presque continue dès le début du processus jusqu'à 60% de ce dernier où elle commence à s'atténuer.



Graph 27: Le positionnement des chaînes primitives par rapport aux deux recueils, (SV1) et (AV2).

La courbe de tendance de moyenne mobile est établie pour des périodes de 10 segments dans le graphe 27. Elle confirme à son tour le constat visuel précédent. Sa morphologie, qui est plus rugueuse chez (SV1) que chez (AV2), indique la présence de plusieurs sommets, séparés par des creux (entre 10% et 20%, ainsi qu'entre 30% et 40% du processus) dues aux discontinuités causées par l'absence de chaînes primitives.

La visualisation d'images de précédents entraîne un enchaînement de l'apparition des chaînes primitives au sein du processus de (AV2) et particulièrement à son amont. Ceci indique qu'elle provoque une génération rapide, aisée et successive des chaînes primitives nécessaires à l'accomplissement de la tâche de conception.

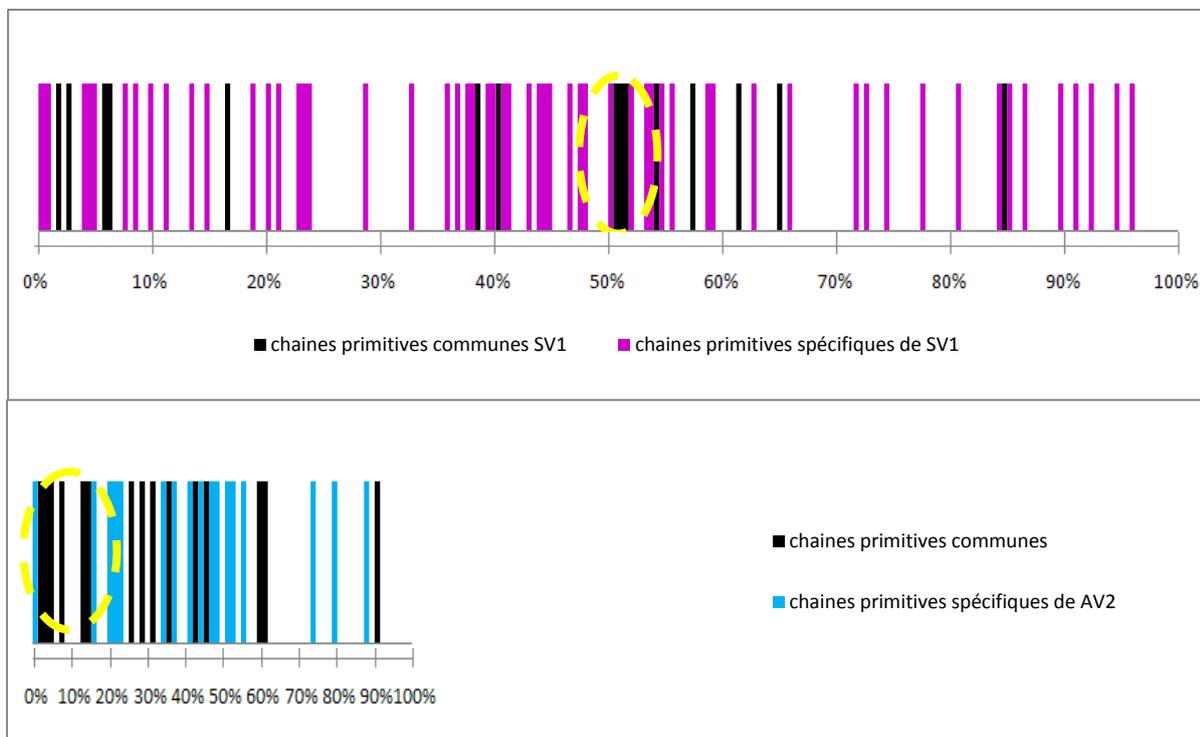
I-III-3- L'ordre d'apparition des chaînes primitives

Dans le but d'identifier un éventuel changement d'ordre dans la succession des chaînes d'actions, qui serait du à la visualisation d'images de précédents, et d'identifier la nature d'un

tel changement, on a opté pour la comparaison de l'emplacement des chaînes d'action primitives, car le reste des chaînes d'actions sont des répétitions de ces dernières.

Notre comparaison porte particulièrement sur les chaînes primitives communes entre les deux recueils. Ceci est dans le but de comparer le même nombre de chaînes primitives dans les deux processus. Il s'agit des 15 chaînes primitives communes entre (SV1) et (AV2) présentées dans le tableau 40 ci-dessous.

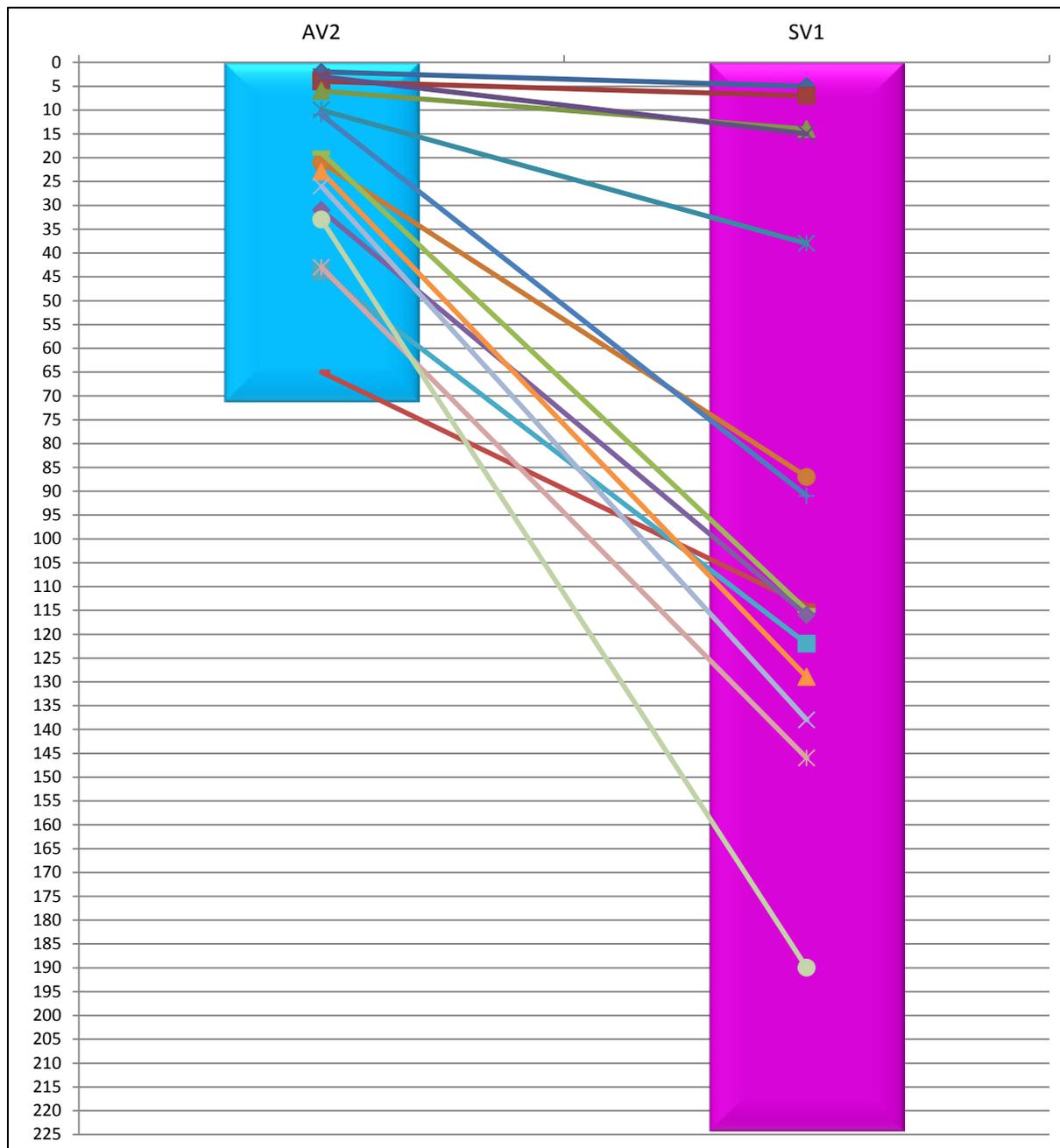
Dans un premier temps, on a représenté l'emplacement des chaînes primitives communes par rapport aux autres chaînes primitives dans les deux processus de (SV1) et (AV2), dans le graphe 28 ci-dessous.



Graphe 28: L'emplacement des chaînes primitives communes à (SV1) et (AV2) par rapport à la structure profonde de (SV1) et (AV2).

Le positionnement des chaînes primitives communes, colorées en noir montre une différence dans leurs moments d'apparition, dans chacun des deux processus. En vue de mieux préciser ce résultat, on a comparé l'emplacement de chaque chaîne primitive commune par rapport à chacun des deux processus.

Le graphe 29 ci-dessous, visualise l'emplacement de chacune des chaînes primitives chez (AV2) en la reliant avec l'emplacement de la même chaîne chez (SV1). On constate que les chaînes primitives communes changent d'emplacement, et n'ont pas le même ordre d'apparition dans les deux processus.



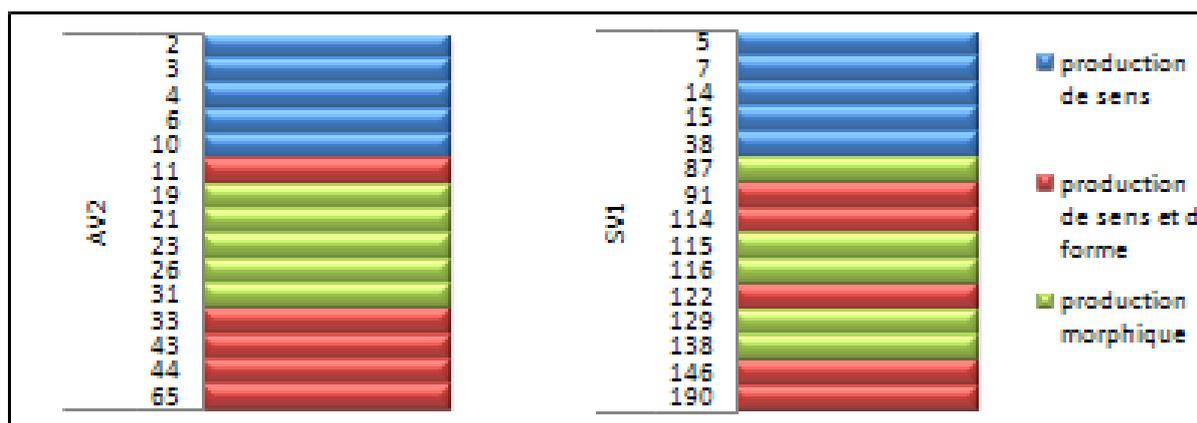
Graphe 29: Le changement d'emplacement des chaînes communes dans les deux processus.

La visualisation d'images de précédents, change l'emplacement des chaînes primitives communes au sein du processus de conception et modifie leur ordre de succession.

Les segments du recueil :		Les catégories d'actions :											Chaîne primitive de:
AV2	SV1	PE	RE	CA	CAS	FS	PI	RI	RC I	FM	CM	CR	
2	5	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	production de sens
4	7	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	production de sens
6	14	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	production de sens
3	15	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	production de sens
10	38	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	production de sens
21	87	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	production morphique
11	91	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	production de sens et de forme
65	114	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	production de sens et de forme
19	115	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	production morphique
31	116	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	production morphique
44	122	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	production de sens et de forme
23	129	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	production morphique
26	138	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	production morphique
43	146	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	production de sens et de forme
33	190	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	production de sens et de forme

Tableau 40: Les chaînes primitives communes aux deux recueils SV1 et AV2.

L'identification de la nature de chacune des chaînes primitives communes (tableau 40) a permis l'élaboration du graphe 30 suivant. Il représente le contenu cognitif des chaînes primitives communes, classées selon l'ordre chronologique de leur apparition respective dans chacun des deux processus.



Graphe 30 : L'ordre d'apparition des chaînes primitives communes au sein des deux processus.

Les chaînes primitives de production morphique et de production de sens et de forme, qui s'entremêlent chez SV1, sont plus ordonnées chez AV2 (graphe 30). La visualisation

d'images de précédents organise et ordonne la structure profonde. Elle procure une succession de chaînes primitives homogènes. Ce résultat confirme l'homogénéité de la morphologie du processus, qui s'explique par l'existence d'un ordre profond (de la structure profonde) qui organise l'activité de conception.

La figure 40 ci-dessous synthétise les résultats obtenus par les différentes mesures du premier niveau d'analyse dont l'objet est de mesurer l'impact de la visualisation d'images de précédents sur le processus de genèse de l'idée architecturale.

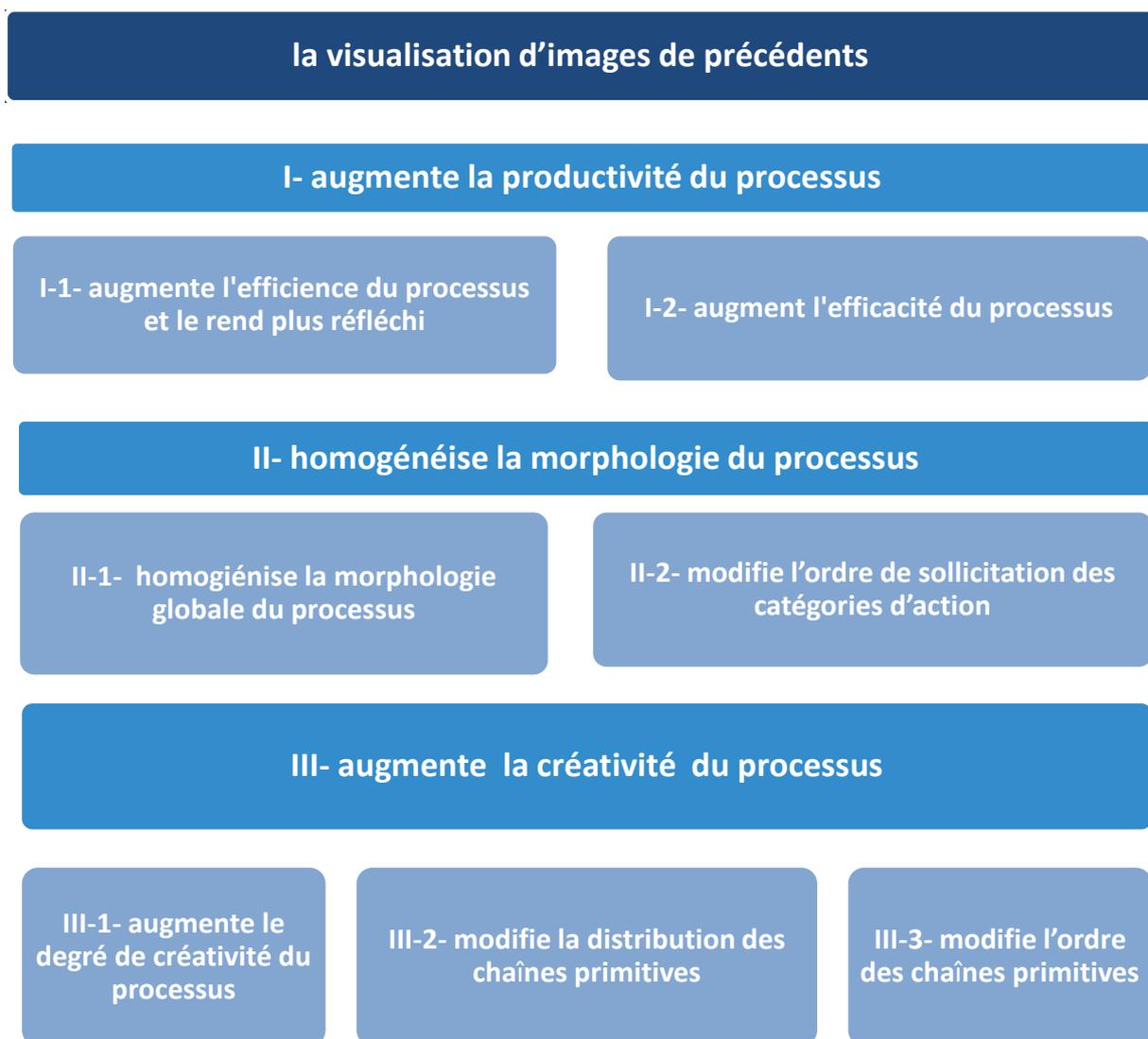


Figure 40: Récapitulatif des résultats du premier niveau d'analyse : Mesure du degré d'influence de la visualisation d'images de précédents sur le processus de genèse de l'idée.

La visualisation d'images de précédents augmente la productivité du processus de genèse de l'idée architecturale, en augmentant son efficacité et son efficacité. L'efficacité économise la longueur du processus et les actions de conception investies et rend ainsi le processus plus réfléchi. Tandis que l'efficacité réduit la répétition des actions cognitives.

La visualisation d'images de précédents augmente le ratio des phases homogènes du processus, elle modifie l'ordre de sollicitation des catégories d'actions en regroupant l'essentiel de la production sémiologique en amont du processus. Elle rend la production morphologique plus précoce et mieux enchaînée, augmentant ainsi l'homogénéité morphologique du processus.

La visualisation d'images de précédents dote, sur le plan cognitif, le processus de genèse de l'idée architecturale de plus de créativité. Elle y rend la genèse des chaînes primitives plus rapide et plus aisée et permet l'apparition d'un nouvel ordre d'enchaînement des chaînes primitives similaires.

L'augmentation simultanée de la productivité, de l'homogénéité et de la créativité du processus de genèse de l'idée, indique une amélioration de la performance du processus de genèse de l'idée, due à la visualisation d'images de précédents.

II- Mesure des modalités d'influence de la visualisation d'images de précédents sur le processus de genèse de l'idée

Ce niveau d'analyse mesure, deux modalités d'influence préalablement énoncées par la deuxième hypothèse de la recherche.

- les modalités temporelles d'influence de la visualisation d'images de précédents sur la genèse de l'idée.
- les modalités de filiation entre les images de précédents visualisées et les conceptions produites.

II-I- Comprendre les modalités temporelles d'influence de la visualisation d'images de précédents sur le processus de genèse de l'idée

Dans cette partie de l'analyse on ne se limite pas à la comparaison des deux recueils (SV1) et (AV2) étudiés dans la partie précédente. On compare plutôt l'ensemble des conceptions produites par le travail expérimental (figure 41).

Cet élargissement du corpus a pour but une meilleure généralisation des résultats surtout que les données nécessaires à cette analyse temporelle sont disponibles.

La comparaison est toutefois restreinte aux premières conceptions produites par les deux groupes de conception, afin d'éviter la prise en charge de résultats qui pourraient être faussés par le phénomène de l'apprentissage, relatif aux deuxièmes conceptions (AV1' et AV2'). Les durées de temps de ces dernières sont présentées ici mais analysées ultérieurement dans le contexte de l'apprentissage.

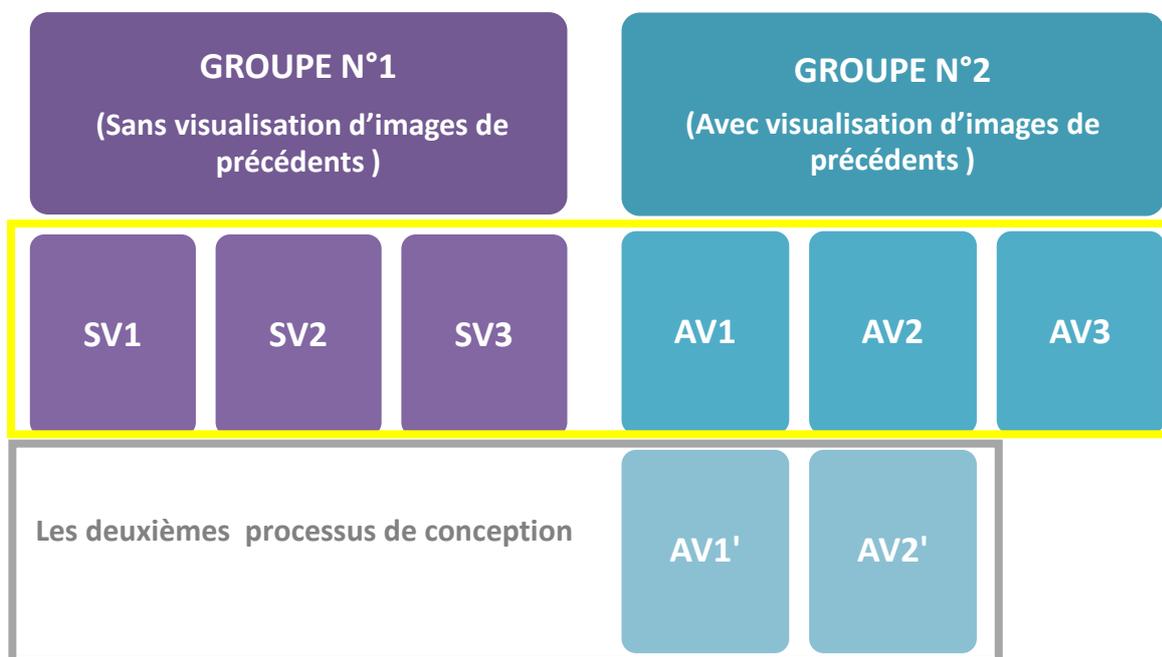


Figure 41: Les premières conceptions produites par les deux groupes de conception avec et sans visualisation d'images de précédents et concernées par l'analyse de la modalité temporelle (entourées en jaune).

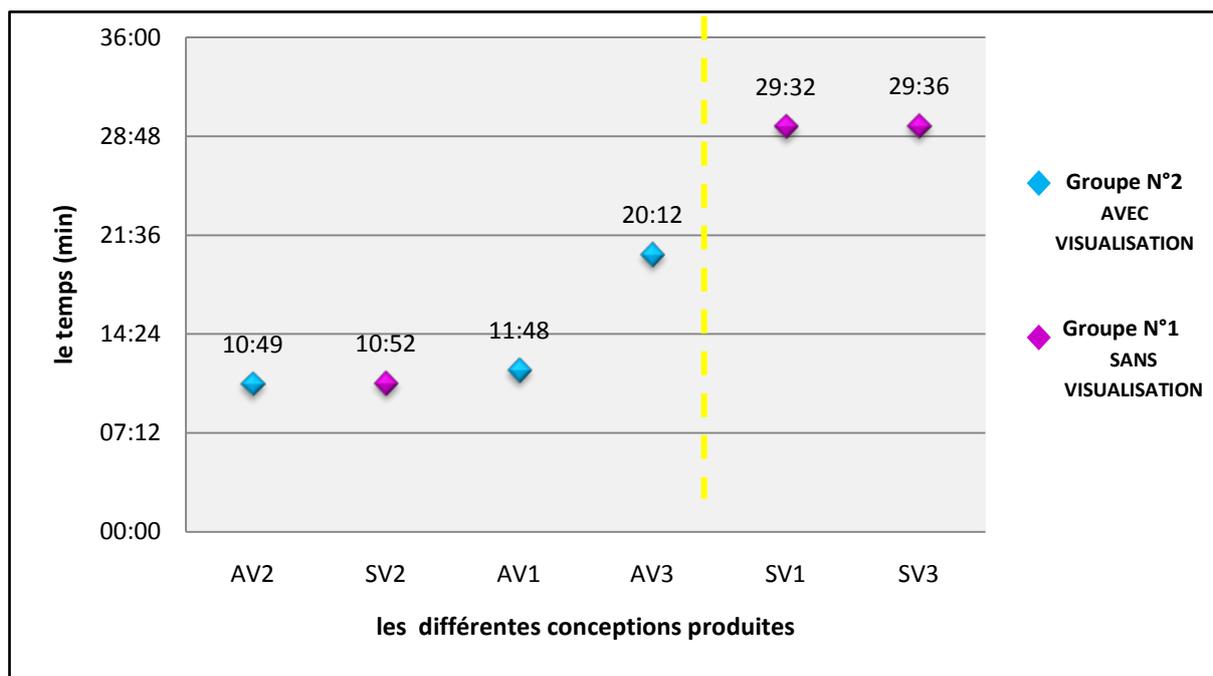
La comparaison des différentes idées produites, ici entreprise, opère sur le plan temporel. Elle commence par la comparaison du temps total consommé par chaque processus, puis le temps nécessaire à l'émergence de l'idée conceptuelle et, enfin la comparaison du temps nécessaire à l'émergence de l'idée morphique (figure 42).



Figure 42: les moments d'analyse des modalités temporelles d'influence de la visualisation d'images de précédents sur le processus de genèse de l'idée.

II-I-I- Influence de la visualisation d'images de précédents sur la durée totale du processus de genèse de l'idée (T1)

On a calculé la durée de temps consommée, par un sujet concevant, pour le processus de genèse d'une seule idée. Cette durée est désignée « T1 ». Le graphe 31 représente les différentes durées de temps respectivement consommées pour la genèse de chacune des différentes idées produites.

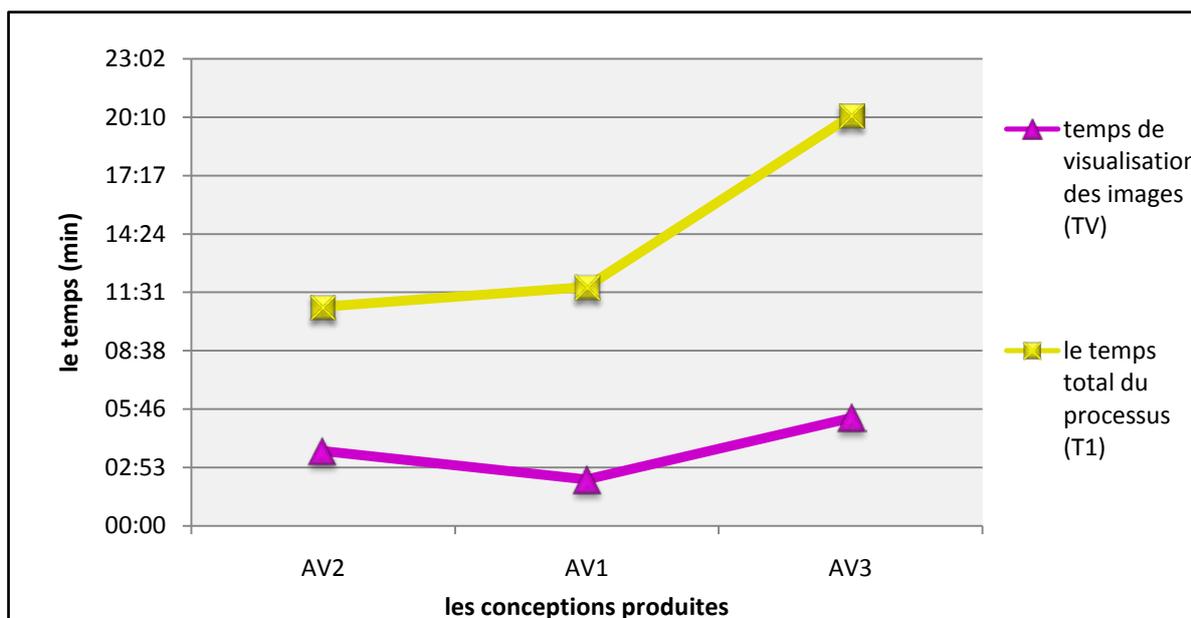


Graph 31: Le temps total du processus de genèse de l'idée (T1), consommé pour la genèse d'une seule idée.

Deux classes de processus sont identifiables sur le graph 31. La première contient : (AV2, SV2, AV1 et AV3), ces processus sont les plus courts. Tandis que la seconde classe contient : (SV3 et SV1), ces processus sont les plus longs, ils appartiennent au groupe de conception sans visualisation d'images de précédent. (SV2) est le seul processus qui ne fait pas partie du groupe de visualisation mais qui figure dans la classe des processus les plus courts.

Le groupe de conception avec visualisation appartient dans sa totalité à la classe des processus de courte durée. Ceci montre que la visualisation d'images de précédents engendre une économie du temps total du processus pour l'ensemble du groupe de conception avec visualisation.

En vue de mieux saisir la répartition des durées respectivement consommées par chaque processus, nous avons comparé la durée de temps consommée pour la genèse d'une seule idée (T1) au temps consommé par chaque sujet concevant lors de la visualisation des images de précédents par le groupe de conception N°2 (graph 32).



Graph 32: La durée de temps du processus de genèse de l'idée (T1) des conceptions produites par le groupe de conception avec visualisation, comparée au temps de visualisation des images de précédents (TV) consommé par chaque sujet concevant.

Le graph 32 ci-dessus, montre que l'évolution du temps total du processus (T1) et celle du temps de visualisation d'images de précédents (TV) présentent la même allure. Pour confirmer ce constat, on a calculé le coefficient de corrélation¹⁴ entre le temps total du processus de genèse de l'idée (T1) et le temps de visualisation d'images de précédents (TV). Il est égal à 0,83, signifiant ainsi une forte corrélation entre (T1) et (TV). Ceci indique que plus le sujet concevant s'imprègne d'images de précédents plus lent est son processus de genèse de l'idée.

II-I-II- Influence de la visualisation d'images de précédents sur le temps nécessaire à l'émergence de l'idée sémique

Afin d'identifier le moment d'émergence de l'idée, on s'est basé sur la définition de l'idée donnée par Boudon (1994). Il indique que l'idée se manifeste par une prise de décision, de choix ou d'intention (Boudon, 1994), qu'elle soit de nature conceptuelle (sémique) ou morphique.

¹⁴ Le coefficient de corrélation R peut prendre des valeurs comprises entre 1 ou -1. La corrélation est forte quand R est égal ou proche de 1 ou -1, elle est moyenne quand R est égal à 0,5 ou -0,5, elle est faible voir inexistante quand il est égal ou proche du 0 (Lombardot, 2014).

Les durées de temps, consommées par les différents sujets concevants avant l'identification d'une première idée conceptuelle (TC) et d'une première idée morphique (TM), sont déterminées à partir des transcriptions des verbalisations des différents sujets (figure 43 et 44, annexe N°3).

AV1 :

02 :47 *premièrement, je commence en 3D ...enfin, 02 :51 je pense à la première idée en 3D, 02 : 55 apparemment je garde le même principe, la même forme et principe de l'abri de bus, il y a le toit et il y a les éléments porteurs, 03 :07 mais j'ai opté pour une forme organique pour qu'elle soit spéciale 03 :12 voilà je fais le contour de ma 3D, j'ai le toit je vais le faire comme une forme organique ... 14 :35.*

AV2 :

04 :16 bon, 04 :18 j'ai l'idée principale, de faire un abribus naturel, donc avant, avant, avant il n'y avait pas d'abribus, donc les éléments naturels qui protègent généralement les gens sont les arbres, 04 :47 donc, moi je vais concevoir un abribus avec un élément naturel donc je vais faire une métaphore d'une feuille ou d'un arbre qui protège les gens. Donc, 05 :19 je vais faire les éléments de structure sous forme de tronc d'arbre, ces éléments sont les branches ... 15 :02.

AV3 :

06 :10 après cette visualisation, après cette visualisation j'ai toujours recours à l'énoncé de l'exercice pour bien concrétiser les idées 06: 21 donc l'abribus doit être harmonieux et doit bien se fondre au contexte au milieu, dans son milieu urbain ; la première des choses c'est se fondre ... ()..... bon et ça, cet abribus nous devons prendre en considération pour les usagers c'est qu'il doit être destiné à la ville de Batna, c'est ce que... je vais démarrer ma conception, je vais prendre un élément qui reflète la tradition ou bien la tradition du peuple Batnéen, bon comme c'est un, c'est un peuple bon berbère et truc nous avons le signe connu par la plupart des gens berbères, c'est 08 :41 l'utilisation du truc du signe distinctif on peut dire la bzima ou n'importe quoi qui se compose de ces éléments de base le triangle et le cercle ça c'est ... 26 :22

AV1' :

15 :44 comment je fais ? 15 :49 Je fais l'idée, je vais penser en 3D c'est la même chose. 15 :59 Je fais une forme un peu bizarre, 16 :10 une forme circulaire, je ne sais pas ces jours j'aime bien la forme circulaire, une forme circulaire, enfin une forme organique et circulaire, on dirait une chose qui est sortie d'une autre, enfin démontable on dirait une chose démontable ...24 :09

AV2' :

16 :36 la deuxième variante, donc, 16 :42 je vais travailler avec la continuité donc, je... premièrement, les bancs, et a partir des bancs 17 :04 une forme continue qui va tourner ... donc ici, comme sa... c'est la ligne de terre ... 25 :35

 Emergence d'une décision, d'un choix ou d'une intention conceptuelle (T C).

 Emergence d'une décision, d'un choix ou d'une intention morphique (T M).

Figure 43: Identification des idées conceptuelles et morphiques à partir des extraits de transcription de la verbalisation simultanée, du groupe de conception avec visualisation.

SV1 :

00 :29 un abribus... un abribus. Premièrement je cherche les activités qui peuvent avoir lieu dans l'abribus.

00 :44 **L'attente, un espace d'attente, un espace d'attente, un espace de transition**, transition, se sont les deux activités essentielles...dans un abribus... ()... Donc l'idée c'est bon, les objets c'est bon, notre projet, pour le confort psychique je pense à faire un élément... euh, 08 :33 **la façade globale aura la forme d'un bus**, par exemple, le bus, je n'ai pas bien dessiné les roues ... 30 :01

SV2 :

00 :26 donc si je dis l'abribus qu'est ce qu'il contient ? L'abribus est par exemple un élément architectural, donc, nous qu'est ce qu'on va dire ? Que l'abribus est, donc une chose dans laquelle l'être humain va s'asseoir, se reposer et se protéger, donc une chose dans laquelle je vais être à l'aise, 00 :47 **donc ça peut être un espace, qui diffère de la maison dans le fait que c'est un espace qui protège mais à l'extérieur**, donc moi quand je vois qu'il protège à l'extérieur ... ()... Je ne sais pas, on prend ? 03 :47 **un parapluie, on peut prendre un parapluie**, on fait une chose qui te protège, donc parapluie... 11 :18

SV3 :

00 :32 donc je commence, un abribus c'est sûre, il doit être dans une, dans une... dans un coin où il y a de la circulation, une forte circulation, en plus, c'est un arrêt, donc sûrement il y a le bus ... ()... en générale les abribus qu'on voit ici, même s'il est couvert des fois, les rayons solaires entrent. 03 :39 **donc de préférence, l'emplacement doit être devant un arbre**. Au niveau du plan, comme ça on ne va pas, on ne va pas être gêné par les rayons solaires, de préférence qu'il soit... je vais commencer, je vais détailler un peu l'abribus comme j'ai fini l'emplacement. Le travail au niveau de la façade, 04 :35 **la hauteur de l'abri, je vais faire un trait en hauteur, le premier trait c'est 2m5**, je vais respecter quand même la hauteur, c'est la silhouette en générale, et puis je vais, je vais faire quelques décrochements, quelques dégradés ...30 :08

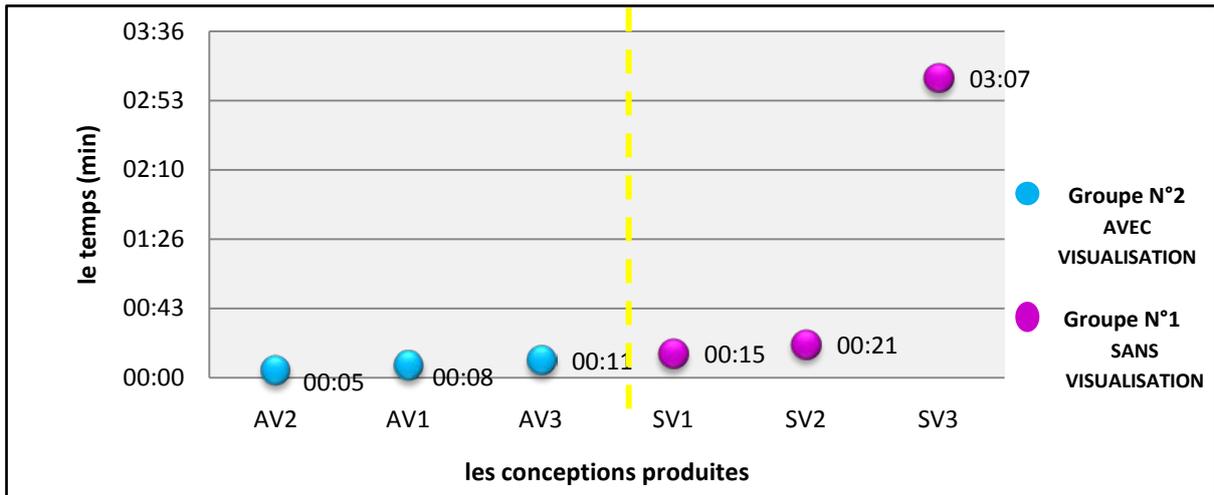
Emergence d'une décision, d'un choix ou d'une intention conceptuelle (T C).

Emergence d'une décision, d'un choix ou d'une intention morphique (T M).

Figure 44: Identification des idées conceptuelles et morphiques à partir des extraits de transcription de la verbalisation simultanée, du groupe de conception sans visualisation.

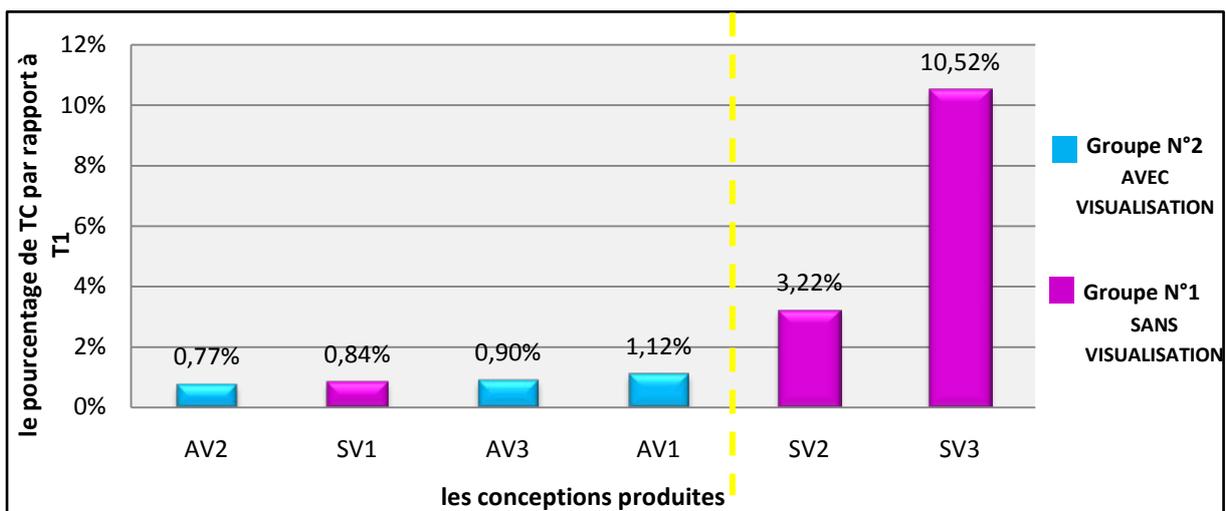
Nous avons calculé la durée de temps nécessaire à l'émergence de l'idée conceptuelle (sémique) (TC) pour les différentes conceptions élaborées. Elles sont présentées dans le graphe 33 suivant.

Le graphe 33 met en avant l'ensemble des processus issus du groupe de conception avec visualisation d'images de précédents. La visualisation d'images de précédents provoque un démarrage rapide de la conception abstraite chez (AV2) ainsi que chez l'ensemble des processus du groupe de conception avec visualisation.



Graph 33: La durée de temps nécessaire à l'émergence de l'idée sémique (T C) pour les différentes conceptions produites.

Nous mesurons le temps consommé pour l'identification de l'idée sémique (TC) et nous le relativisons au temps total du processus (T1). Les résultats sont présentés par le graphe 34. Les trois processus du groupe de conception avec visualisation, consomment moins de 2% du temps total du processus (T1), pour la recherche de l'idée conceptuelle (TC). Ceci montre que la visualisation d'images de précédents diminue la portion de temps consacrée à la recherche d'une idée conceptuelle et l'économise pour les autres tâches qui composent l'activité de conception. Ceci confirme l'efficacité temporelle du processus.



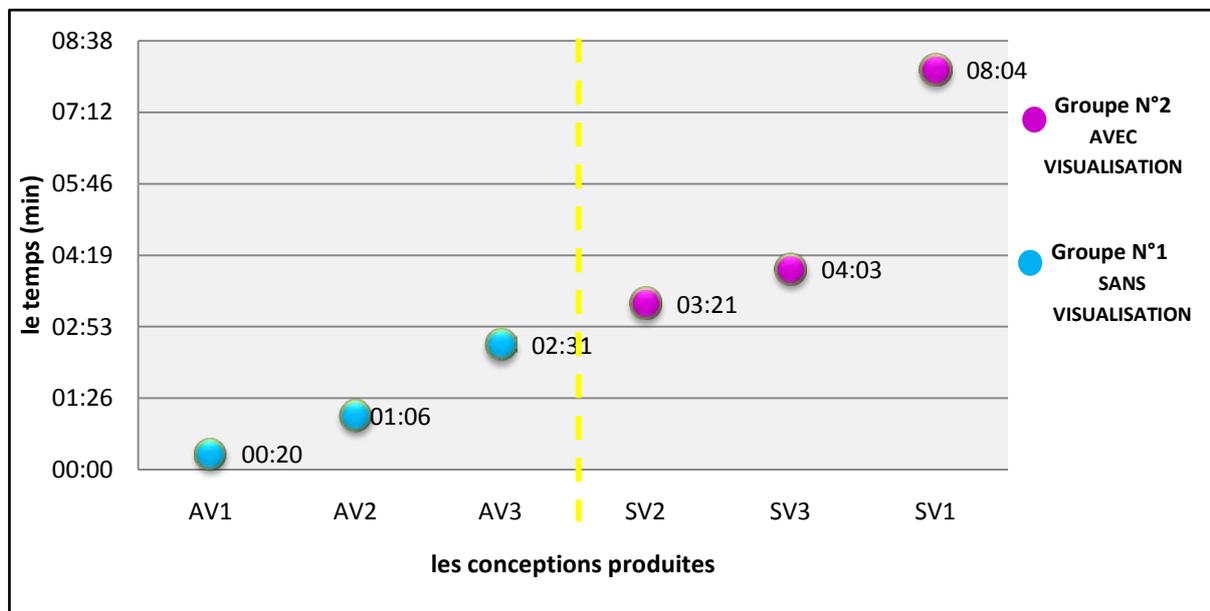
Graph 34: le pourcentage du temps total du processus (T1), consommé pour l'identification de l'idée sémique (T C) dans l'ensemble des processus.

Concernant les deux processus (AV2) et (SV1), ce dernier a consommé un pourcentage du temps total du processus pour l'identification d'une idée conceptuelle, similaire à ceux des processus du groupe de conception avec visualisation, cependant (AV2) reste plus efficient que (SV1), avec seulement 0,77% du temps du processus consacrée à l'identification de l'idée sémique.

II-I-III- Influence de la visualisation d'images de précédents sur le temps nécessaire à l'émergence de l'idée morphique

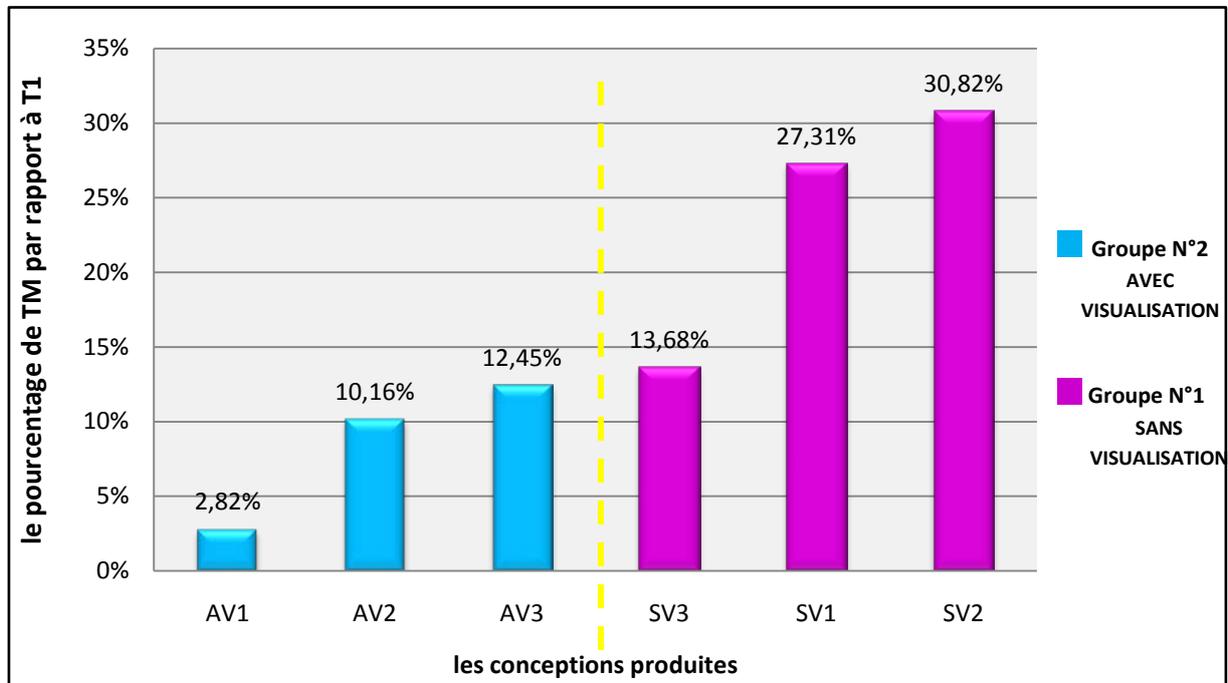
On a calculé la durée de temps nécessaire à l'émergence de l'idée morphique (T M) pour les différentes conceptions produites à partir des figures 43 et 44 précédentes. Les résultats sont synthétisés dans le graphe 35, ci-dessous.

Le graphe 35 met en avant l'ensemble des processus issus du groupe de conception avec visualisation d'images de précédents. La visualisation d'images suscite une émergence rapide de l'idée morphique pour l'ensemble des conceptions produites. C'est notamment le cas pour (AV2) par rapport à (SV1).



Graphique 35 : La durée de temps consommée avant l'émergence d'une première idée morphique (T M), pour les différentes conceptions produites.

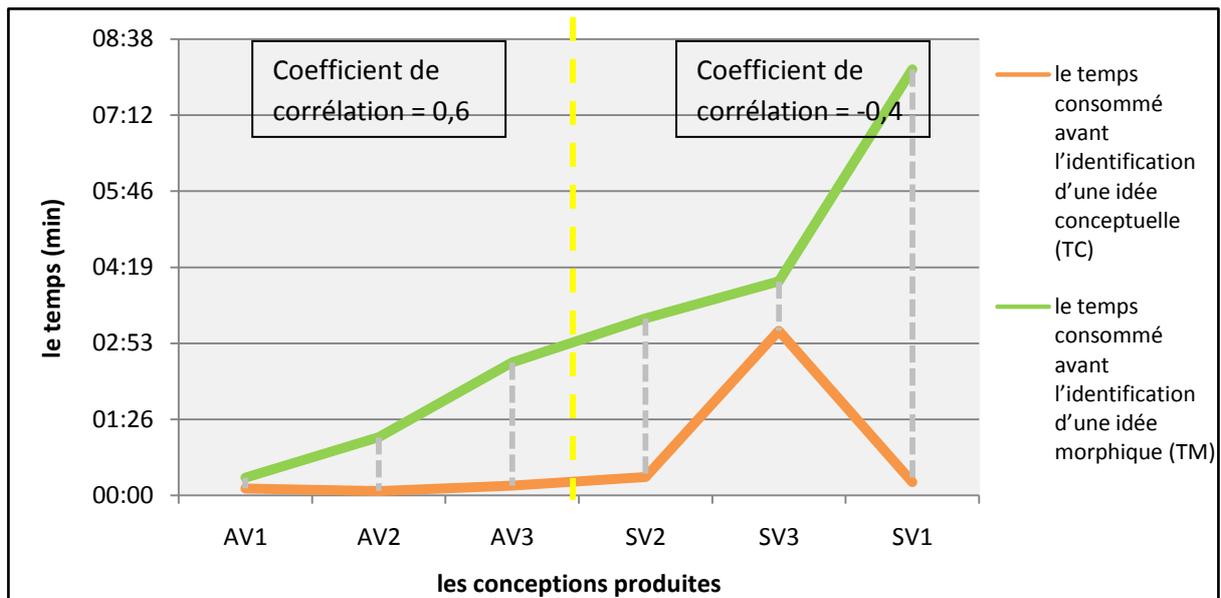
Le graphe 36 suivant, révèle une tendance générale commune aux processus issus du groupe de conception avec visualisation. La part du temps consommée avant l'identification d'une idée morphique (T M), dans les processus avec visualisation, est inférieure à 13% du temps total du processus.



Graphe 36: le rapport entre le temps nécessaire à l'émergence de l'idée morphique (T M) et le temps total du processus (T1), de l'ensemble des conceptions produites.

(SV1), qui a consommé un temps remarquablement court avant l'émergence d'une idée conceptuelle (T C), a pris 27,31% du temps total pour la recherche d'une idée morphique. Ceci montre, qu'en l'absence de visualisation, même lorsque la genèse de l'idée sémique ne consomme pas beaucoup de temps, tel que c'est le cas chez (SV1), l'idée morphique n'en reste pas moins plus longue à générer.

La visualisation d'images de précédents suscite une économie du temps nécessaire à l'émergence de l'idée morphique et une succession rapide des deux types d'idées. En effet la durée de temps qui sépare l'émergence de celles-ci est considérablement réduite sous l'impact de la visualisation d'images de précédents (graphe 37). La succession rapide des idées morphiques aux idées conceptuelles, indique que la visualisation d'images de précédents facilite la concrétisation de ces dernières.

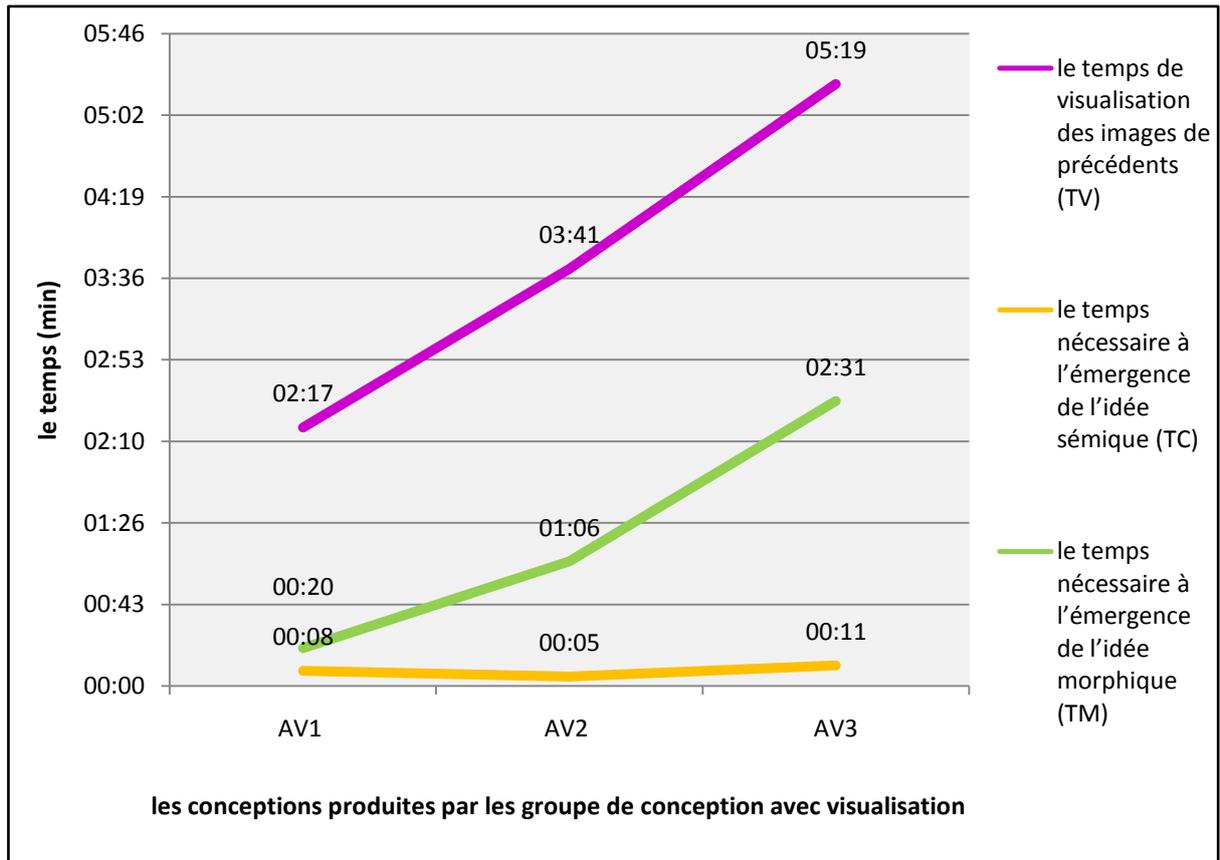


Graph 37: Les deux durées de temps (T C) et (T M) des différentes conceptions produites, classées selon (T M).

Le coefficient de corrélation entre le temps consommée avant l'identification d'une idée conceptuelle (TC) et le temps consommée avant l'identification d'une idée morphique (TM), pour le groupe de conception avec visualisation est égal à 0,6. Ceci signifie une corrélation positive moyenne entre la recherche de l'idée sémique et celle morphique. Le groupe de conception sans visualisation a un coefficient de corrélation égal à - 0, 4, ceci signifie une corrélation négative moyenne entre la recherche de l'idée sémique et celle morphique.

Le taux moyen de corrélation entre le temps consommé avant l'identification d'une idée conceptuelle (TC) et celui d'avant l'identification d'une idée morphique (TM), au sein des deux groupes de conception, montre un rapport moyen entre les deux. Néanmoins, ce changement d'un coefficient de corrélation négatif en un coefficient positif, indique que la visualisation d'images de précédents change la relation entre TC et TM, d'une relation d'opposition à une relation de synergie qui rapproche et harmonise l'émergence des deux types d'idées. Ceci confirme le résultat précédent et montre bien que la visualisation d'images de précédents facilite la concrétisation des idées sémiques.

Les temps respectivement nécessaires à l'émergence de l'idée conceptuelle (T C) et de l'idée morphique (T M), sont superposés au temps consacré à la visualisation d'images de précédents (TV), dans le graph 38 ci-dessous.



Graph 38: les durées de temps (TV), (TC) et (TM) des conceptions produites par le groupe de conception avec visualisation.

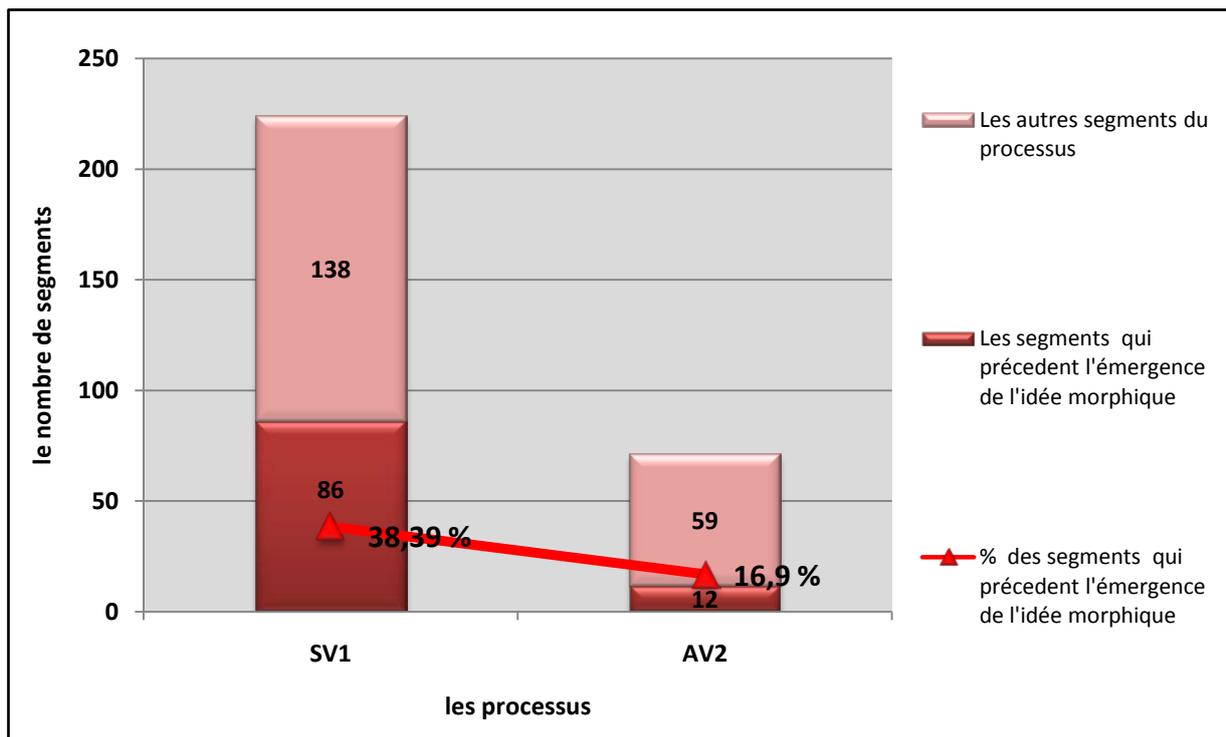
Il en ressort que le temps consacré à la visualisation d'images (TV) augmente proportionnellement au temps de recherche de l'idée morphique (T M). Le coefficient de corrélation entre le temps consacré à la visualisation d'images (TV) et le temps de recherche de l'idée morphique (T M) est égal à 0,99. Ceci confirme l'existence d'une forte corrélation entre ces derniers.

Le coefficient de corrélation entre le temps consacré à la visualisation d'images (TV) et le temps de recherche de l'idée conceptuelle (T C) indique l'existence d'une corrélation moyenne (0,53). Ceci implique qu'il n'existe pas de corrélation suffisamment évidente entre la durée de visualisation et le temps de recherche de l'idée sémique.

Le graphe 38, révèle qu'une visualisation lente des images de précédents retarde l'émergence du paradigme formel. Ceci signifie que plus le sujet concevant s'imprègne d'images de précédents, plus il a du mal à générer sa propre idée morphique.

A- Les segments qui précèdent l'émergence de l'idée morphique

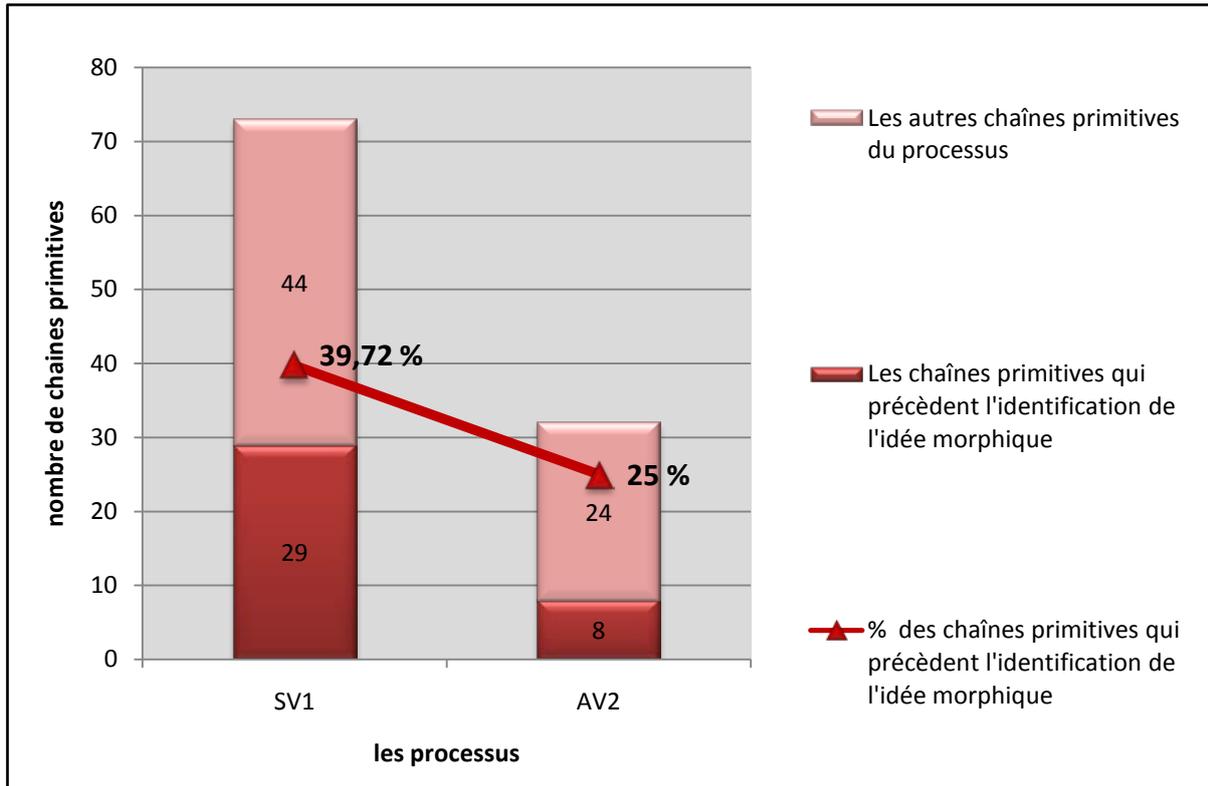
Le graphe 39 ci-dessous, représente le nombre et le pourcentage des segments qui précèdent l'émergence de l'idée morphique, dans les deux processus (SV1) et (AV2). Il montre que la visualisation d'images de précédents accélère l'émergence de l'idée morphique. Tout comme elle augmente l'efficacité du travail sémique qui aboutit au travail morphique avec un minimum d'intentions.



Graph 39: le nombre de segments qui précèdent l'émergence de l'idée morphique de SV1 et AV2.

B- Les chaînes primitives qui précèdent l'émergence de l'idée morphique

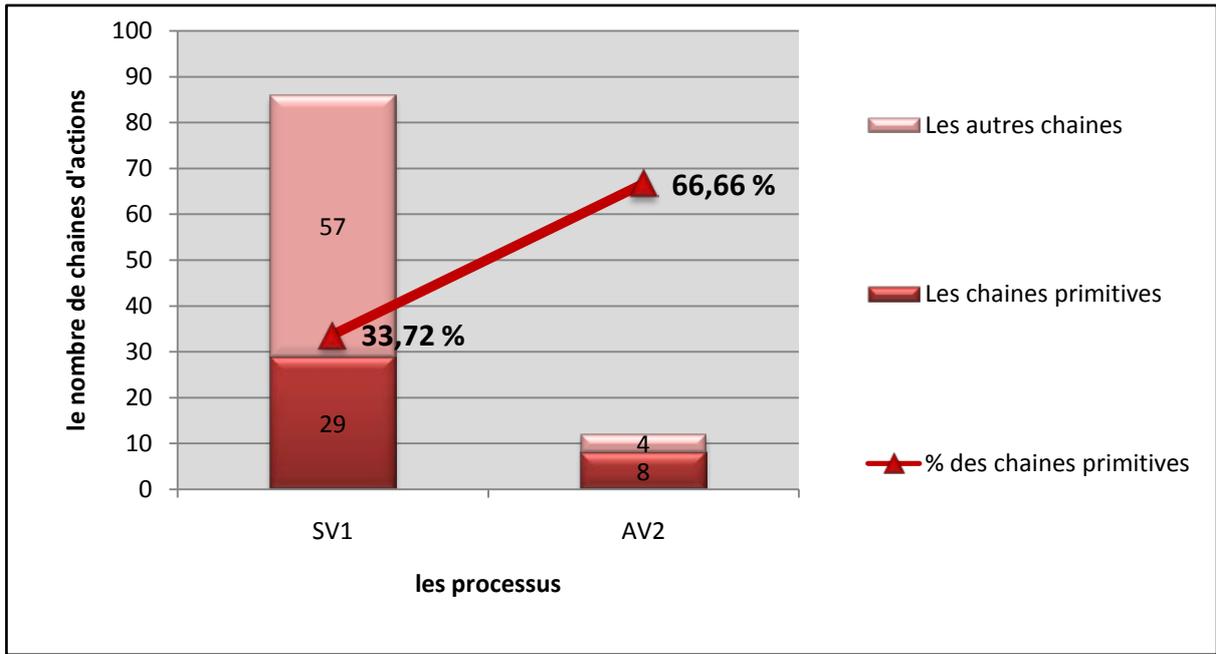
En vue de comprendre si l'économie cognitive de la phase pré-morphique touche également la structure profonde, on mesure le taux des chaînes primitives, sollicitées avant l'émergence de l'idée morphique, ramené au total des chaînes primitives des deux processus SV1 et AV2 (le graphe 40).



Graph 40: Le taux des chaînes primitives de la phase pré-morphique, calculé par rapport au nombre total des chaînes primitives du processus.

Le graph 40, indique que la phase qui précède l'émergence de l'idée morphique consomme 39,72% des chaînes primitives de (SV1), tandis qu'elle ne prend que 25% des chaînes primitives de (AV2). (SV1) épuise en fait une part importante de la créativité du processus (39,72 %) afin de générer une idée morphique. Par contre, la visualisation d'images de précédents facilite l'émergence de l'idée morphique et économise les chaînes primitives au profit du reste du processus.

Dans le but de mesurer le degré de créativité de la phase qui précède l'émergence de l'idée morphique, on a calculé les pourcentages des chaînes primitives par rapport aux autres chaînes de cette phase. Le graph 41, représente ce pourcentage qui indique le degré de créativité de la phase en question.

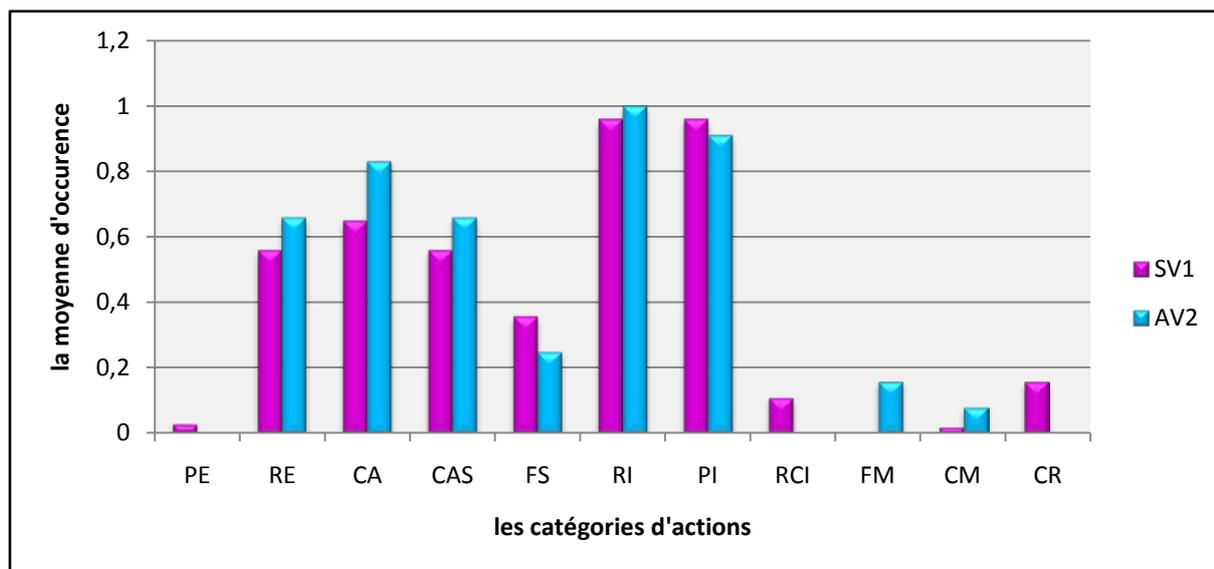


Graph 41: Le taux des chaînes primitives de la phase pré-morphique.

La visualisation d'images de précédents augmente considérablement le degré de créativité de la phase qui précède l'émergence de l'idée morphique. Le degré de créativité a doublé chez AV2 (66,66%) par rapport à SV1 (33,72%). La visualisation d'images de précédents permet donc, à la fois, d'économiser la part de créativité du processus, dédiée à la production morphique, et de la rendre plus efficace, réduisant ainsi le temps d'émergence du parti morphique.

C- Les catégories d'actions qui précèdent l'émergence de l'idée morphique

Le graph 42, synthétise les moyennes d'occurrence des différentes catégories d'actions depuis le début du processus jusqu'à l'émergence d'une idée morphique, chez (SV1) et (AV2). Il permet de comparer le contenu actif des deux processus, avant l'émergence de l'idée morphique, qui s'est faite au segment N°12/71 pour (AV2) et au segment N°86/224 pour (SV1).



Graphe 42 : les moyennes d'occurrence des catégories d'actions pour la phase pré-morphique, des deux processus (SV1) et (AV2).

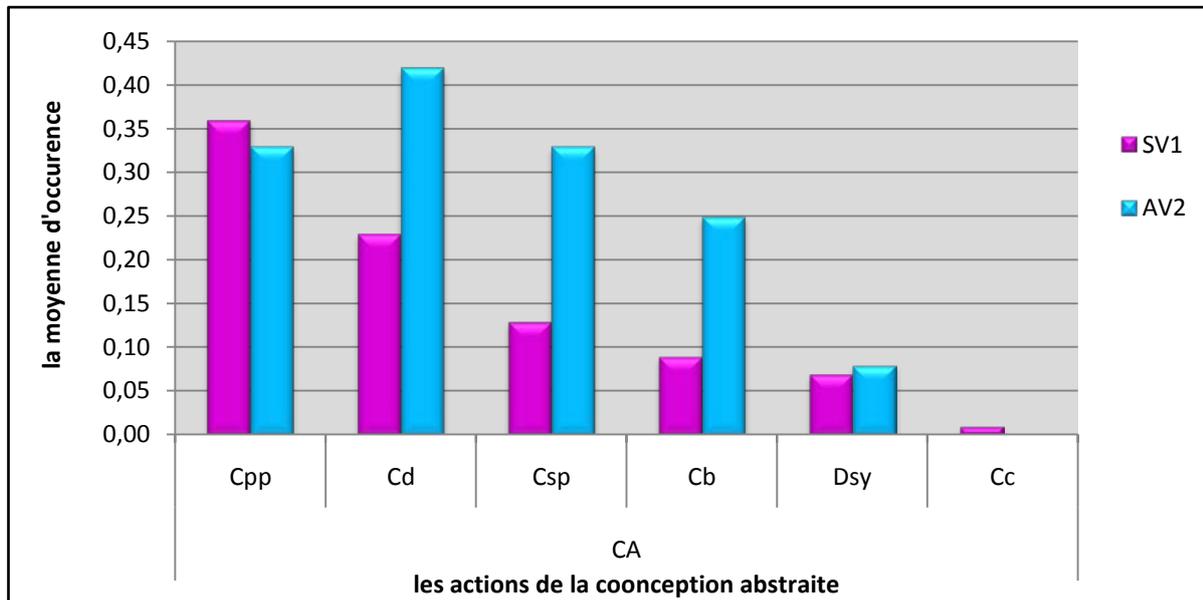
Dans la phase pré- morphique, la visualisation élimine les actions de perception des données externes garantissant ainsi une abstraction rapide des données de la situation de projet en modèles conceptuels. Par ailleurs, l'absence des actions de réutilisation des connaissances internes au sein de (AV2), montre qu'elle dote le processus d'une claire-voyance, qui rend ses sollicitations plus ciblées et moins sujettes à l'évaluation et à la réflexion tel que c'est le cas chez (SV1). Ceci explique la diminution du nombre d'actions de figuration du sens (FS) et la disparition des actions d'évaluation (CR).

Cet impact agit au profit de la référence aux connaissances externes, de la conception abstraite, de la production du sens et de la conception et figuration morphiques. Elles prennent en effet de l'avance chez (AV2) par rapport à (SV1). C'est une première phase intense de productivité sémique, qui accroît l'efficacité ultérieure du processus complet.

D- Les actions de conception abstraite qui précèdent l'émergence de l'idée morphique

L'intensité de la productivité sémique accélère l'émergence de l'idée morphique. C'est pourquoi on a opté pour la comparaison de (SV1) et (AV2) par le biais de la catégorie

d'action agissante de cette productivité sémique, qui est la catégorie de conception abstraite (CA).



Graph 43: La moyenne d'occurrence des actions de la conception abstraite (CA) dans la phase qui précède l'émergence de l'idée morphique (CM) dans les deux processus.

Le graph 43, présente la moyenne d'occurrence des actions de la catégorie de conception abstraite (CA) pour la phase qui précède l'émergence d'une idée morphique chez (SV1) et (AV2). Dans ce graph, (SV1) se distingue de (AV2) par la dominance des actions d'identification de pertinences conceptuelles et la présence des actions de choix. Ceci, d'un côté donne un caractère éphémère à la phase qui précède l'émergence de l'idée morphique, à cause de la nature temporaire des pertinences ; d'un autre côté il attribue un aspect exploratoire à cette phase vu la présence des choix.

Par ailleurs, les autres actions de la conception abstraites CA, sont plus sollicitées chez (AV2) (la prise de décision, l'élaboration de stratégies, l'établissement d'objectifs conceptuels et la description synthétique).

Ceci implique que la visualisation d'images attribue un aspect décisif et ciblé à la conception abstraite dans la phase amont du processus, ce qui justifie l'économie temporelle de cette phase et explique l'instauration rapide de la conception morphique.

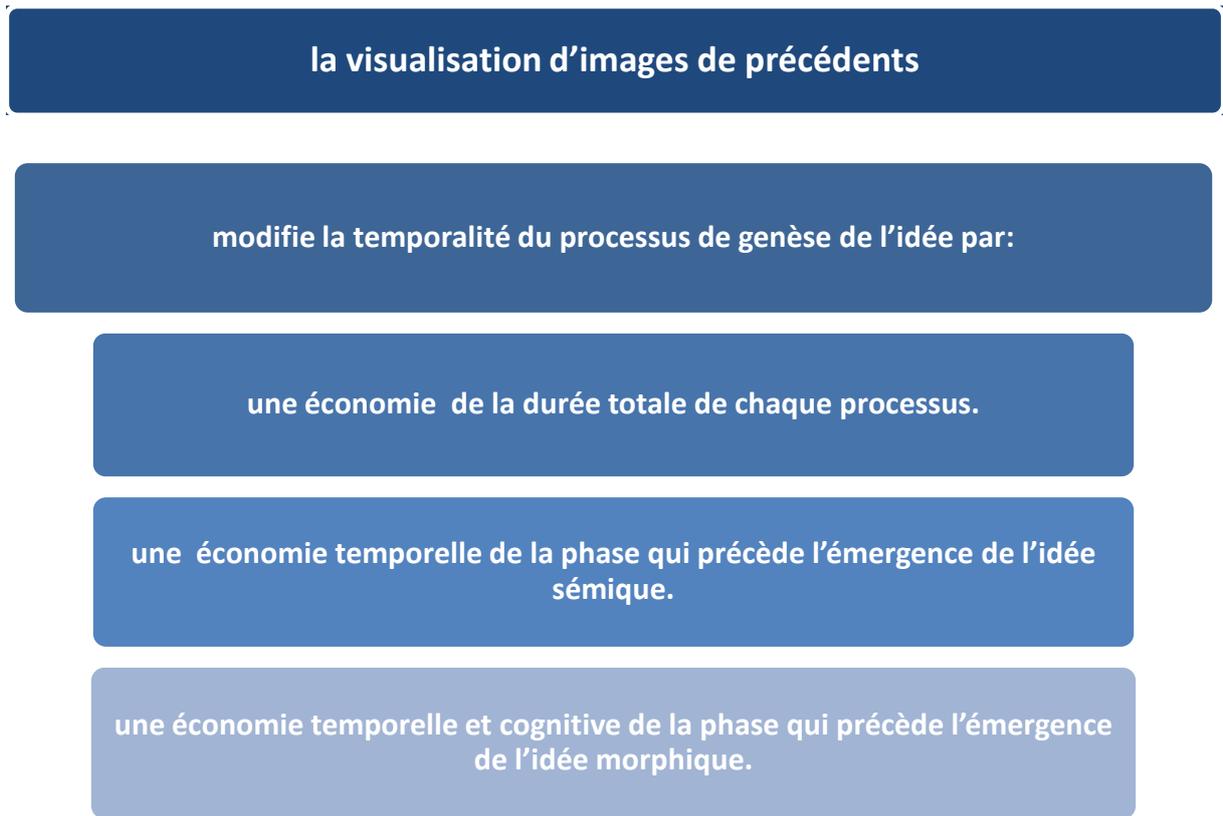


Figure 45: La modalité temporelle d'influence de la visualisation d'images de précédents sur le processus de genèse de l'idée.

Nous pouvons dire, en guise de conclusion, que la visualisation d'images de précédents, provoque une économie temporelle du processus. Celle-ci touche aux durées de temps respectivement consommées par : la genèse de l'idée (T1), l'émergence des premières idées conceptuelles (TC) et morphiques (TM) ainsi qu'au temps qui les sépare.

Par ailleurs, la phase pré-morphique (TM) devient, sur le plan cognitif, plus décisive et connaît une économie du nombre de segments et des chaînes primitives sollicitées.

La visualisation d'images de précédents change la relation entre (TC) et (TM). D'une relation d'opposition, elle se transforme en relation de synergie qui rapproche et harmonise les deux temps, indiquant ainsi une plus grande facilité dans la concrétisation des idées sémiques en idées morphiques. Quant au temps consacré à la visualisation d'images (TV), il augmente proportionnellement au temps de recherche de l'idée morphique (T M). Il montre que plus la visualisation est prolongée, plus difficile est la concrétisation des idées.

II- II- Mesure des modalités de filiation entre les images de précédents et les conceptions produites

Boudon (1994), insiste sur la pluralité de sens de la notion d'idée, et souligne la différence entre la nature de l'idée et celle de la réalisation de l'idée, quelque soit leur ordre de succession. Ceci distingue l'ordre abstrait qui renvoie à la nature de l'idée, de l'ordre concret qui est celui de sa réalisation (la forme). Le processus de genèse de l'idée contient les différents modes de manifestation de l'idée, sur le plan idéal (ou conceptuel) et morphique (ou concret). C'est pourquoi les modalités de filiation se divisent à leur tour en deux parties qui correspondent respectivement aux deux plans, idéal et morphique.

L'objectif de cette partie de la recherche est d'identifier la filiation potentielle entre les images de précédents et les conceptions produites. C'est pourquoi, l'analyse porte exclusivement sur les conceptions issues du groupe de conception avec visualisation. Les filiations décelées pour toutes ces conceptions sont présentées dans cette partie du travail.

Par ailleurs, la comparaison des filiations idéelles et morphiques s'applique uniquement aux premières conceptions (figure 46), ces dernières sont AV1, AV2 et AV3, et ne concerne pas les deuxièmes conceptions qui sont AV1' et AV2'. L'intérêt de cette séparation entre les premières et deuxièmes conceptions, comme énoncé préalablement, est d'éviter que l'interprétation des résultats soit faussée par le phénomène de l'apprentissage relatif aux deuxièmes conceptions. C'est pourquoi ces dernières sont analysées ultérieurement dans le contexte de l'apprentissage.

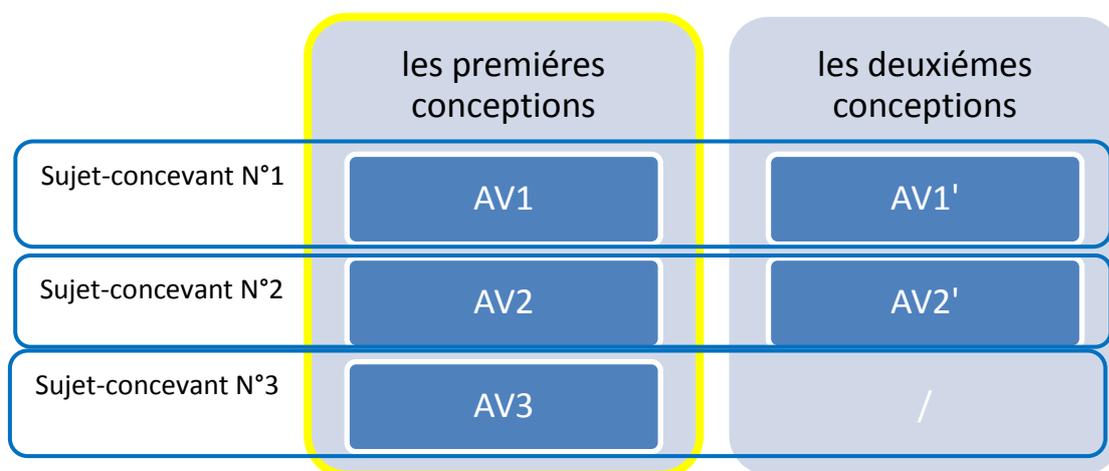


Figure 46: les premières conceptions qui informent les deux modalités de filiation (entourées en jaune).

La figure 47 ci-dessous, synthétise les étapes de l'analyse qui visent à comprendre chacune des deux modalités de filiation, idéelles et morphiques.

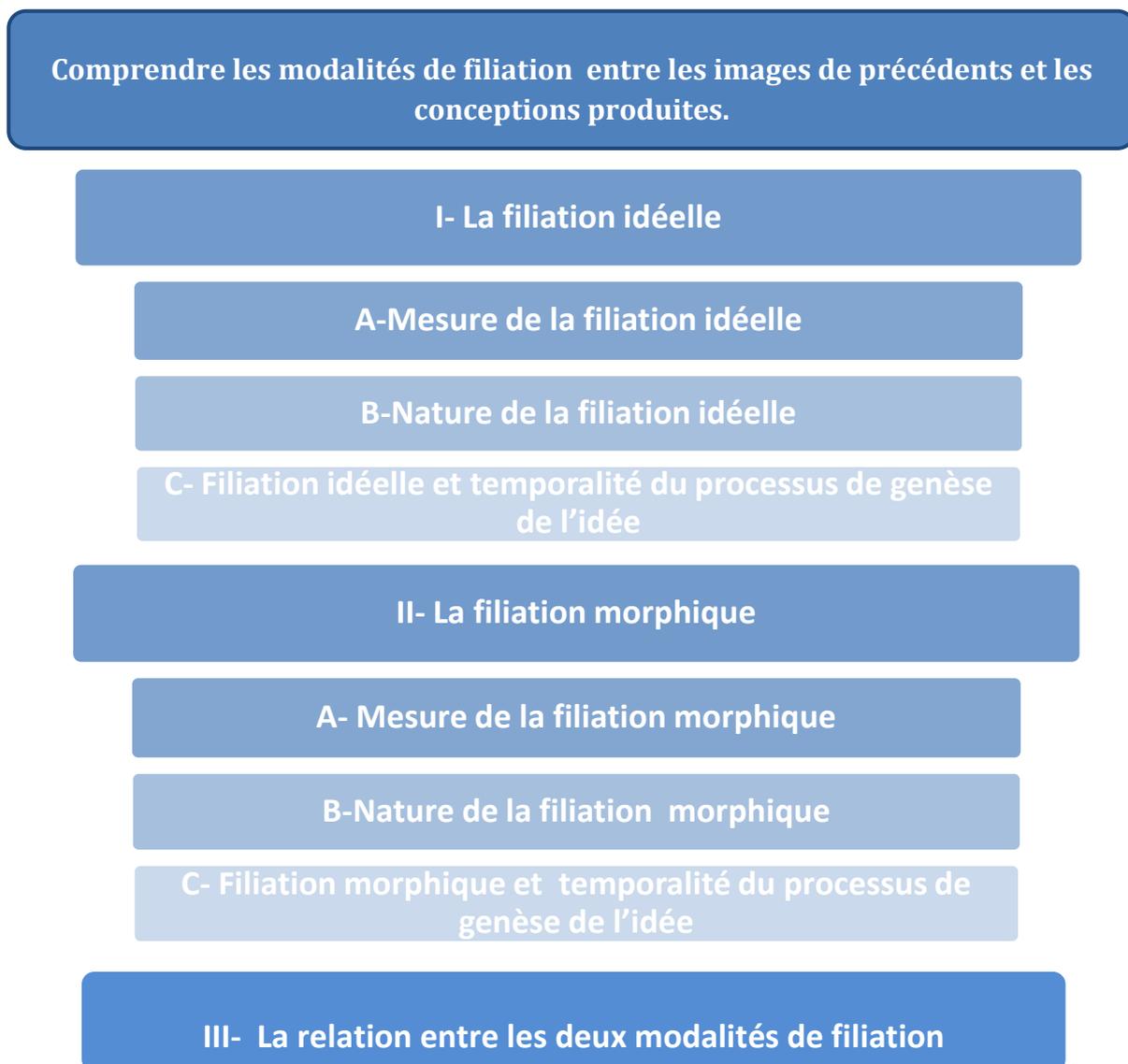


Figure 47: les étapes d'analyse des deux modalités de filiation.

II-II-I- La filiation idéelle

II-II-I-I-Mesure de la filiation idéelle

La mesure de la filiation idéelle nécessite une identification des filiations idéelles. Celle-ci se fait par le biais d'une classification, qui relie les images visualisées aux conceptions produites, en partant de leurs similarités idéelles.

II-II-I-1- La classification idéale des images visualisées et des conceptions produites

La classification idéale se compose de quatre étapes. Elle commence par la détermination de la nature idéale des différentes images et productions graphiques, elle catégorise ensuite les idées et codifie les images et les conceptions produites avant d'élaborer la classification idéale proprement dite. Ces étapes constituent le protocole de la figure 48 ci-dessous.

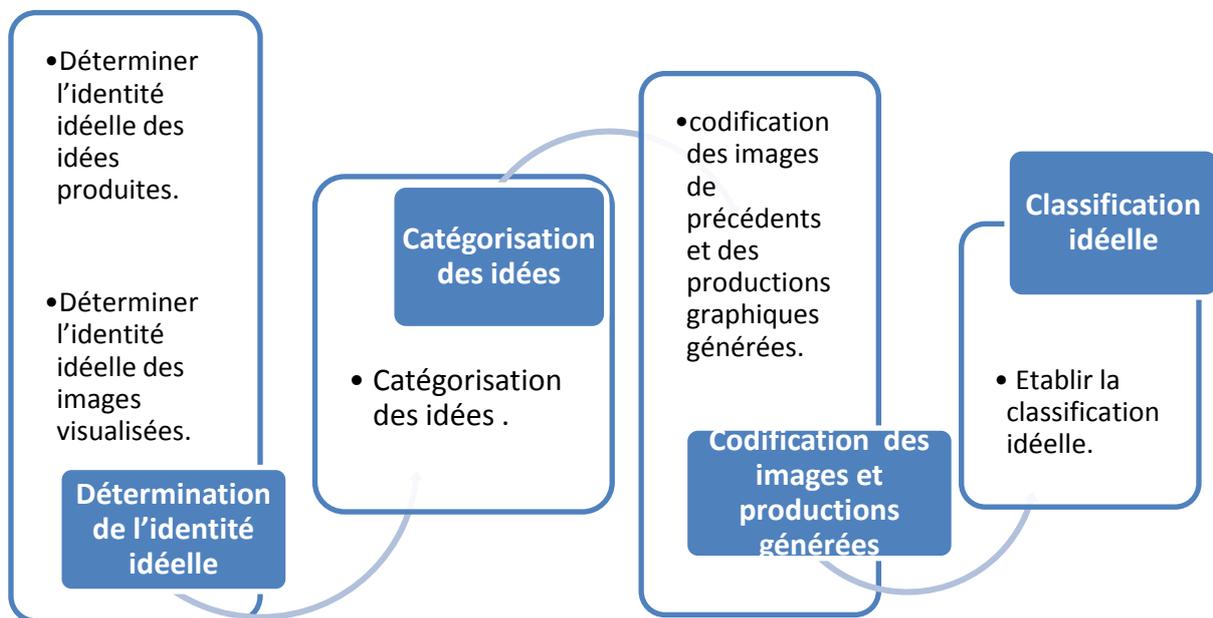


Figure 48: Les étapes du protocole de classification idéale des images visualisées et des idées produites par l'expérience.

A- Détermination de l'identité idéale

En vue de déterminer la nature idéale de nos données visuelles, on a eu recours à la mise en place d'un jury. Cette méthode permet d'augmenter l'objectivité des descriptions faites en éloignant le chercheur de l'évaluation subjective individuelle des images utilisées et produites. Elle utilise un jury aveugle aux objectifs de la recherche, en vue de produire un corpus de mots qui expriment la nature idéale des images visualisées.

Plusieurs travaux, dans le domaine de la conception ont utilisé cette méthode pour le classement des données issues d'un travail expérimental. Un exemple en est le travail de Goldshmidt & Smolkov (2006), dans lequel un jury aveugle qui se compose de trois juges (des étudiants en fin de master de conception ou d'architecture, avec une expérience professionnelle de conception) ont évalué les solutions de conception produites par différentes situations de conception. Cette évaluation s'est faite selon des critères de qualité générale, d'originalité et de commodité. Les deux derniers critères informent sur la créativité des solutions produites.

Casakin & Goldschmidt (2000) ont également eu recours à un jury pour classer des conceptions, en leur attribuant des scores. Finke (1990) quand à lui, a évalué la créativité par la combinaison des scores donnés aux dessins par des juges, selon deux critères : l'originalité et la commodité.

Dans ce travail, on a utilisé le jury, non seulement pour le classement des données, mais aussi pour déterminer la nature idéale des données visuelles à analyser. On a ainsi opté pour deux jurys. Le jury N°1 détermine la nature idéale des images visualisées et le jury N°2 classe les idées fournies par le jury N1 dans des catégories.

a- Détermination de l'identité idéale des images de précédents visualisées

Le jury N°1 se compose de 5 architectes qui ont le même statut. Les membres de jury sont tous des architectes ayant une expérience de deux ans, afin que leur vision ne soit pas trop éloignée de celle des participants à l'expérience.

On a demandé aux membres du jury N°1 de visualiser les images de précédents sur le même fichier PowerPoint qui a été présenté aux sujets concevants. Ils doivent, à chaque fois, saisir en un ou deux mots, dans la zone de texte réservée à cet effet (figure 49), l'idée de conception qui correspond à l'image d'abribus visualisée. Les idées fournies par les cinq membres de jury, sont transcrites dans un tableau (annexe N°18) dont un extrait figure ci-dessous (tableau 41).

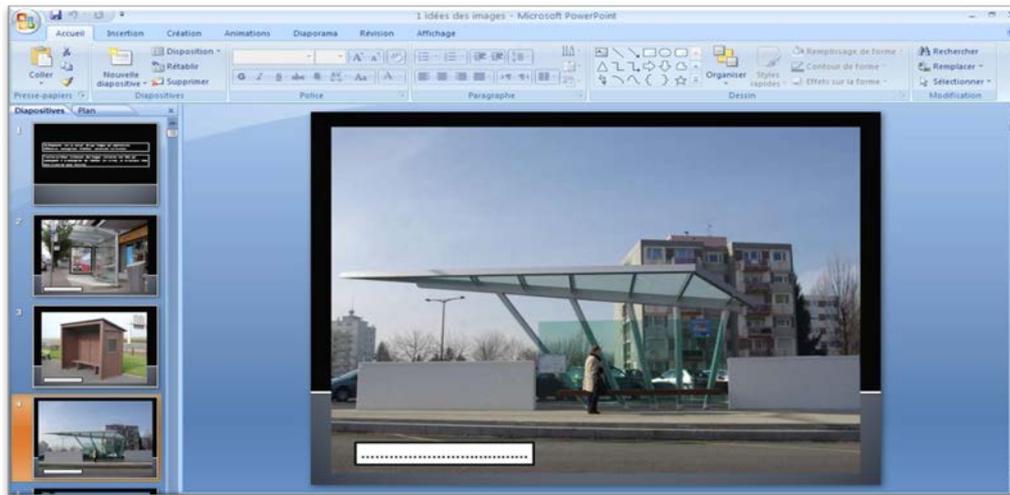


Figure 49: Capture d'écran du diaporama des images de précédents, présenté aux membres du jury N°1.

N°	Les images	Jury N°1				
		Membre N° 1	Membre N° 2	Membre N° 3	Membre N° 4	Membre N° 5
01		Pratique et beau	Style moderne (High- Tech)	transparence	Visibilité	Transparence
02		pratique	Une maison en bois	Forme rigide	Utilisation de matériaux locaux	Protection
03		Forme moderne	Une flèche	Idée moderne	Visibilité	Aérodynamique
04		Intégration avec la nature (belle forme)	Une fraise	Volume vivant	Identification de région	Fruit, Forêt

Tableau 41: Extrait du tableau récapitulatif, de la nature idéale des images de précédents, fourni par les membres du jury N°1.

b- Détermination l'identité idéale des conceptions produites

« Pour exprimer son idée, l'architecte utilise surtout des mots ou des images » (Boudon, 1994). Les idées de conception issues du groupe de visualisation sont des mots tirés de la

verbalisation des sujets-concevants (annexe N°3). Tous les mots, qui renvoient à des notions conceptuelles, évoquées par le concepteur lors de l'expérience, sont sélectionnés par le chercheur (figure 50) et transcrits sur le document modèle (annexe N°19) dont un extrait figure ci-dessous (figure 50). Les répétitions sont éliminées.

<p>AV2 : <i>04 :16 bon, j'ai l'idée principale, de faire un abribus naturel, donc avant, avant, avant il n'y avait pas d'abribus, donc les éléments naturels qui protègent généralement les gens sont les arbres, donc moi je vais concevoir un abribus avec un élément naturel donc je vais faire une métaphore d'une feuille ou d'un arbre qui protège les gens. Donc, je vais faire les éléments de structure ... etc.</i></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Les idées :</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>342</td> <td>Idée principale</td> </tr> <tr> <td>343</td> <td>Naturel</td> </tr> <tr> <td>344</td> <td>Élément naturel</td> </tr> <tr> <td>345</td> <td>Protéger</td> </tr> <tr> <td>346</td> <td>Les gens</td> </tr> <tr> <td>347</td> <td>Les arbres</td> </tr> <tr> <td>348</td> <td>Une métaphore</td> </tr> <tr> <td>349</td> <td>Une feuille</td> </tr> <tr> <td>350</td> <td>Éléments de structure</td> </tr> </tbody> </table>	N°	Les idées :	342	Idée principale	343	Naturel	344	Élément naturel	345	Protéger	346	Les gens	347	Les arbres	348	Une métaphore	349	Une feuille	350	Éléments de structure
N°	Les idées :																				
342	Idée principale																				
343	Naturel																				
344	Élément naturel																				
345	Protéger																				
346	Les gens																				
347	Les arbres																				
348	Une métaphore																				
349	Une feuille																				
350	Éléments de structure																				

Figure 50 : Extraits de la verbalisation du sujet concevant AV2 (à gauche) et de la colonne des idées (à droite).

B- Catégorisation des idées

La détermination de la nature idéale des images de précédents et des conceptions produites, a fourni des idées si disparates et si nombreuses qu'elles en deviennent inexploitable. Les idées élaborées par le jury N°1 sont au nombre de 342 idées (annexe N°19), et vont de « pratique » à « high-tech ». Tandis que les idées tirées des recueils d'observation sont au nombre de 245 idées (annexe N° 19). Elles couvrent des notions aussi variées que « protéger » et « métaphore ».

Ce total de 587 idées hétérogènes, pour devenir exploitable doit faire l'objet d'une catégorisation d'idées (Goldschmidt, 2005). Elle consiste en une répartition des différentes idées, dans des catégories, en fonction de leurs contenus et de leurs natures.

B-1- Elaboration des catégories idéelles de classification

Pour la catégorisation des idées, on a créé six catégories d'idées, en se référant au domaine de l'architecture « *Un projet est une pluralité d'idées de nature différente, qui organise les différentes parties du bâtiment et leurs caractéristiques* » (Boudon, 1994). l'observation du

recueils des idées obtenues souligne l'existence d'idées *tangibles* et d'idées *intangibles* (Antoniades, 1990).

Les idées intangibles, tel que « la fonction », « le style d'architecture » et « le concept », constituent chacune une catégorie d'idées. Quant aux idées concrètes ou tangibles, elles se divisent en trois catégories : « la forme », « le matériau » et « les objets et êtres qui expriment des analogies ». Les six catégories d'idées sont présentées dans la figure 51 ci-dessous.

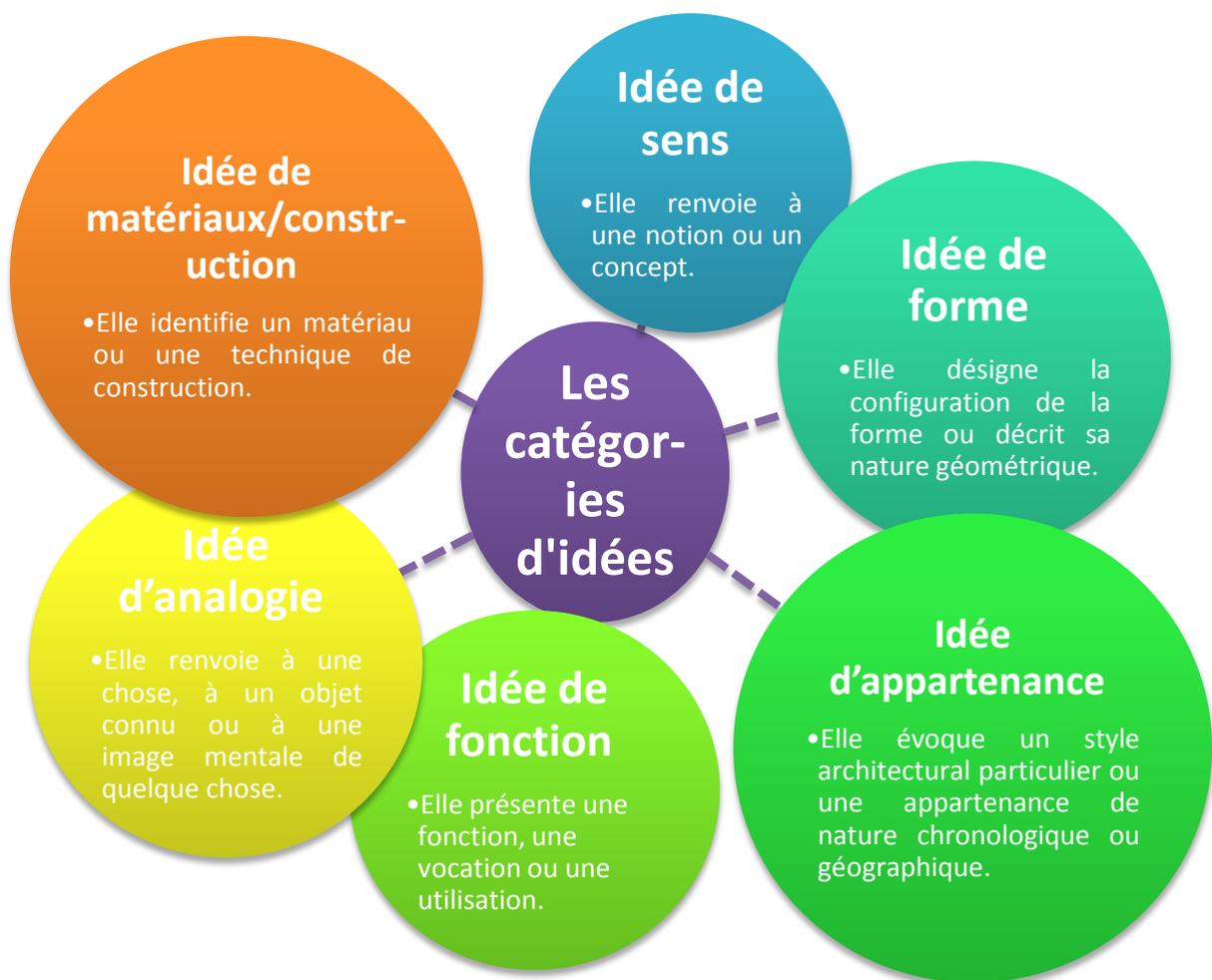


Figure 51: Les six catégories d'idées élaborées par le chercheur.

Pour des raisons d'objectivité, on a eu recours à un deuxième jury. La mission de ce dernier est de mettre chacune des idées préalablement identifiées dans la catégorie d'idées qui lui convient. Ce jury se compose de cinq enseignants en architecture qui n'ont pas vu les images.

Chacun des membres du jury n°2, a reçu un document modèle (tableau 42 suivant) dans lequel on a rassemblé les idées concernées par ce classement. Les lignes du tableau sont réservées aux différentes idées et les colonnes sont les catégories de classification.

Les catégories d'idées		Idée de sens	Idée d'analogie	Idée de forme	Idée d'appartenance	Idée de matériaux	Idée de fonction
01	Pratique						
02	beau						
03	Style moderne						
04	High- Tech						
05	transparence						

Tableau 42: Extrait du document modèle de catégorisation des idées.

Chacun des membres du jury remplit le tableau du document modèle, en mettant, pour chaque idée, une croix dans la colonne qui correspond à la catégorie qu'il juge être la plus adéquate. Les cinq classifications qui en résultent sont superposées sur un même tableau (tableau 43) (annexe N°19). Une catégorisation finale est enfin établie en fonction du nombre de voix, attribué par les membres de jury.

Les catégories d'idées :		Idée de sens	Idée d'analogie	Idée de forme	Idée d'apparten-ance	Idée de matériaux	Idée de fonction
Les idées							
01	Pratique	X					X X X X
02	beau	X X X X X					
03	Style moderne		X		X X X X		
04	High- Tech	X	X		X X X		
05	transparence	X X				X X X	

Tableau 43: Extrait du tableau de catégorisation idéale fourni par le jury N°2 (chaque couleur de (X) représente la voie d'un membre de jury. Les cases grises désignent le classement final)

Nous avons réorganisé le tableau 44 précédent, de telle sorte que les idées d'une même catégorie soient présentées dans la même colonne (tableau 45 suivant).

catégories	Idée de sens	Idée d'analogie	Idée de forme	Idée d'appartenance	Idée de matériaux	Idée de fonction
Code	A	B	C	D	E	F
01	Beau	Une fraise	Forme rigide	Style moderne	Transparence	Pratique
02	Visibilité	Fruit	Forme moderne	High- Tech	Une maison en bois	Protection
03	Intégration avec la nature	Forêt	Une flèche	Idée moderne	Utilisation de matériaux locaux	Répondre à la fonction
04	Volume vivant	Un oiseau	Aérodynamique	Identification de région	Niche en bois	Exploiter l'espace

Tableau 44: Extrait du tableau de catégorisation idéale finale.

Le tableau final de catégorisation, est un tableau catalogue de codification des idées selon les six catégories. Chaque catégorie idéale est désignée par un code qui va de « A » à « F ». Chaque catégorie idéale a plusieurs modalités d'existence, ce sont les idées. Le code de chaque idée est le numéro de la ligne qu'on ajoute au code de la colonne dans laquelle elle s'inscrit (exemple : le code de « un oiseau » est B4).

C- La codification

A partir du tableau de catégorisation idéale finale (tableau 44), chaque image ou conception produite, est associée à un ensemble de codes (tableau 45) qui représentent les idées qu'elle véhicule (Annexe N° 20).

La codification de l'ensemble des images et des productions graphiques, sont enregistrées dans un tableau objet/attribut qui enregistre l'occurrence des idées par image (tableau 46).

IMAGE N° 1	Catégorie d'idées	CODE catégorie	CODE de l'idée	L'idée
	Idée de sens (notion abstraite)	A	A1	Beau
			A2	Visibilité
	Idée d'analogie	B	/	
	Idée de forme	C	/	
	Idée d'appartenance	D	D1	Style moderne
			D2	High- Tech
	Idée de matériaux	E	E1	transparence
Idée de fonction	F	F1	Pratique	

Tableau 45: Exemple de codification idéale de l'image N°1.

image	idée de sens											
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0

Tableau 46: Extrait du tableau objet/attribut d'occurrence des idées par images.

D- Classification idéale

La classification idéale est obtenue par la classification hiérarchique ascendante du tableau 47 précédent.

a- Définition de la Classification hiérarchique ascendante

La classification hiérarchique ascendante est une méthode de classification qui permet de représenter schématiquement les données d'un tableau rectangulaire sous forme de groupes homogènes. Son objectif est d'obtenir une hiérarchie représentée graphiquement par une suite de partitions "emboîtées", de plus en plus fines de la répartition initiale de l'échantillon (Roux,

1985). Elle permet donc de classer de grandes quantités d'objets en un nombre restreint de classes homogènes (Lebart et al, 2006).

L'arbre hiérarchique qui en résulte, représente à chaque étape, les deux objets ou les deux classes d'objets les plus proches, selon un critère d'agrégation à préciser. La coupure de l'arbre à un niveau donné, permet d'obtenir des partitions d'objets plus ou moins fines selon le nombre de classes (Faye et al, 2011). Le critère d'agrégation le plus utilisé en classification ascendante hiérarchique est le critère de Ward, qui cherche à minimiser l'inertie intra-classes à chaque étape (Faye et al, 2011).

b- Application de la Classification hiérarchique ascendante

On a réalisé une classification hiérarchique ascendante du tableau 37 en utilisant le logiciel WAD (Tounissoux, 2002). C'est un logiciel d'analyse multi-varié qui permet de réaliser des analyses factorielles, des classifications hiérarchiques ou non hiérarchiques, la régression linéaire, l'agrégation d'opinion, ainsi que des analyses discriminantes.

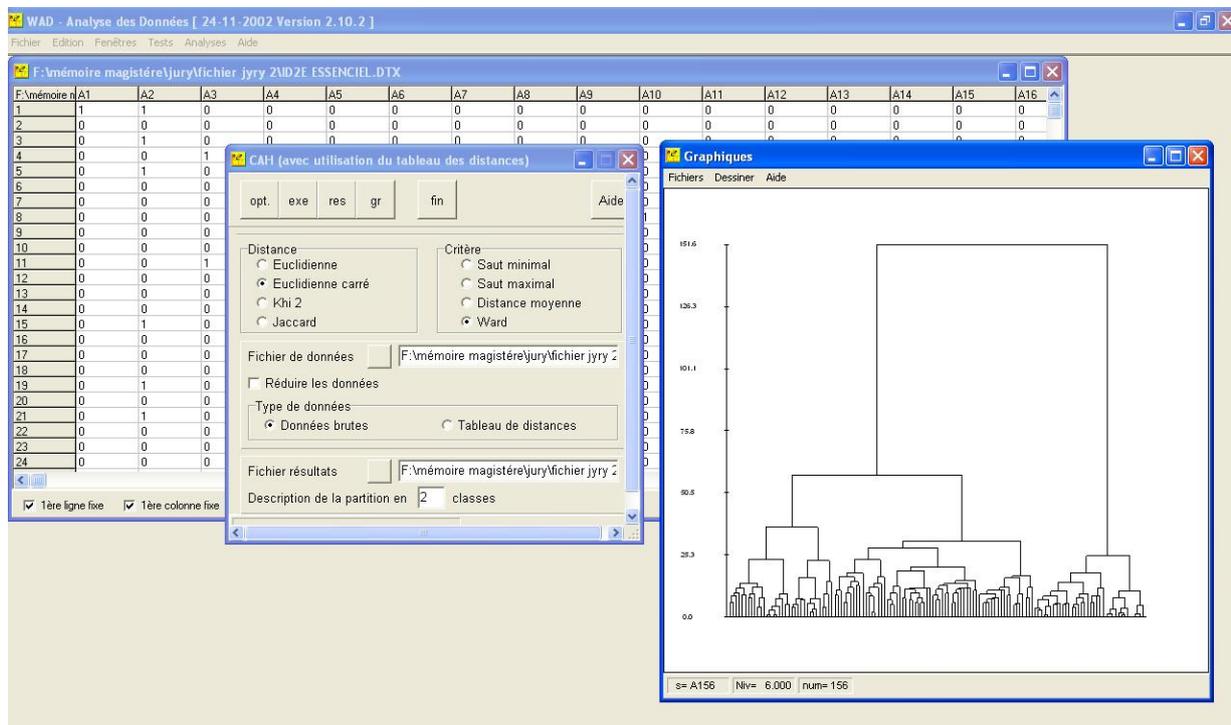


Figure 52: Capture d'écran du réglage du logiciel WAD utilisé dans cette étude pour l'établissement de la classification hiérarchique ascendante.

Afin d'accomplir la classification hiérarchique ascendante, il faut choisir une distance et un critère d'agrégation (figure 52). On a opté pour le critère d'agrégation le plus utilisé Ward fait dans un espace euclidien. Ce critère fournit une répartition équilibrée de l'échantillon sur des classes significatives.

Nous avons groupé les productions graphiques et les images de précédents selon leurs idées de conception. La classification élaborée est présentée sous forme de dendrogramme. Le positionnement des images dans telle ou telle classe est dû à une similitude dans les idées.

Le premier essai de classification idéale par le logiciel WAD a groupé toutes les conceptions produites par le groupe de conception avec visualisation, dans une seule et même classe, isolée des images de précédents. Ceci n'apporte aucune information concernant la filiation.

Ce résultat est dû à la masse importante des idées qui décrivent les conceptions produites par le groupe de conception avec visualisation. Cette masse est due à la collecte des idées à partir des recueils d'observation. Celle-ci distingue les conceptions produites des images de précédents. Afin d'obtenir des résultats plus utiles, on n'a gardé que les idées communes à la fois aux conceptions produites et aux images de précédents. Cette action nous a permis d'obtenir un graphe équilibré et une répartition qui peut répondre à nos hypothèses.

Le dendrogramme de la classification idéale obtenu, est présenté dans la figure 52 ci-dessous. La coupure de l'arbre de classification a donné 11 classes d'images.

Le positionnement des différentes conceptions produites dans les différentes classes obtenues, indique que la visualisation d'images de précédents provoque une filiation idéale des conceptions produites aux images visualisées.

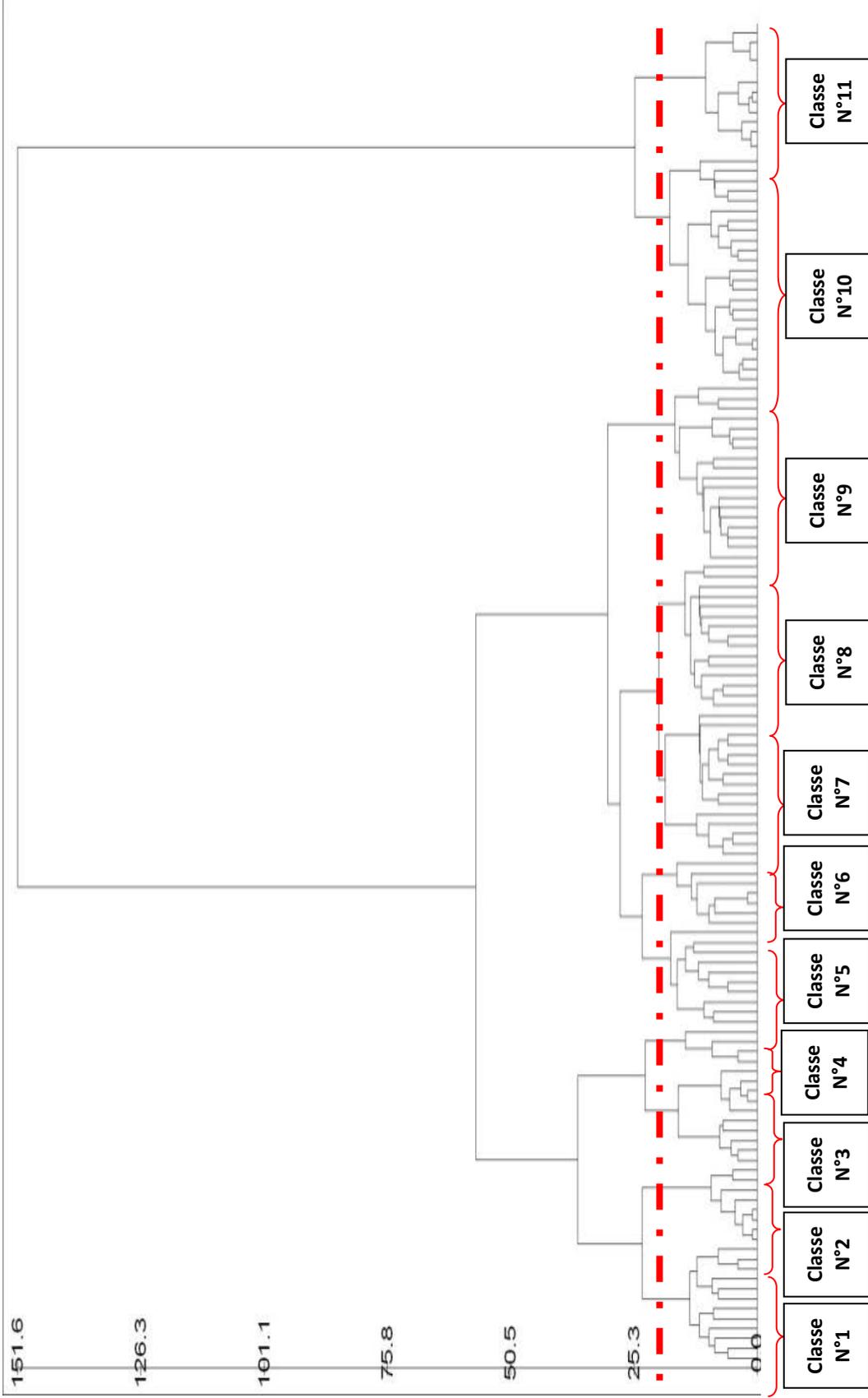
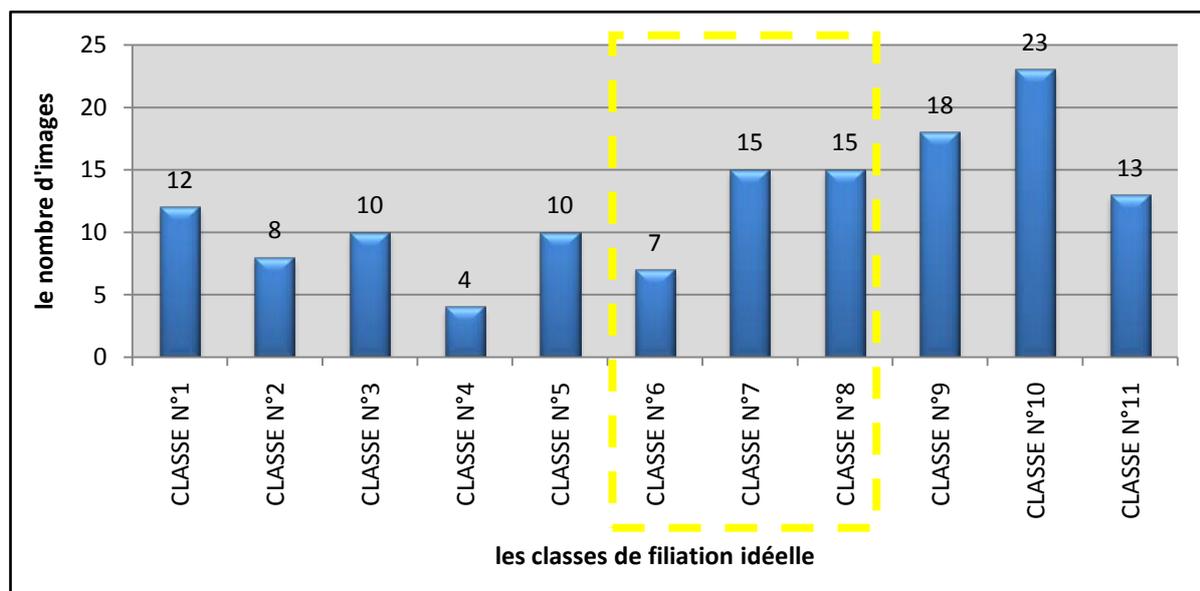


Figure 53: Dendrogramme obtenu par la classification hiérarchique idéale des images et des conceptions produites.

II-II-I-II- Nature des filiations idéelles des conceptions produites

Le graphe 44, représente le nombre d'images dans chacune des classes d'images obtenues par coupure du dendrogramme dans la figure 53 précédente. Les classes qui contiennent les conceptions produites, sont les classes N°6, N°7 et N°8.



Graphe 44: Le nombre d'images par classe d'images.

Le positionnement des différentes conceptions produites dans des classes voisines, suppose que la filiation idéale s'est faite d'une manière similaire pour chacune d'entre elles. Afin de comprendre la logique de cette filiation, les classes N°6, N°7 et N°8, qui contiennent les conceptions produites par le groupe de conception avec visualisation, sont présentées dans les figures 54, 55 et 56 ci-dessous.

Dans la classe d'images N°6 (fig.54) on retrouve deux conceptions produites par le groupe de conception AV1 et AV1' et cinq images de précédents : 72, 68, 44, 118, 129. Dans la classe d'images N°7 (fig.55) on retrouve deux conceptions produites par le groupe de conception AV2 et AV3 et treize images de précédents (116, 86, 59, 48, 47, 45, 11, 25, 17, 64, 39, 20, 110). Dans la classe d'images N°8 (fig.56) on retrouve une seule conception produite par le groupe de conception AV2' et quatorze images de précédents (32, 57, 70, 97, 91, 16, 23, 46, 7, 37, 62, 82, 50, 4).

Classe N°6

72							
68		AV1		AV1'		44	
							
							
							

Figure 54: les images de précédents et les conceptions produites qui composent la classe N°6 de filiation idéale.

Classe N°7

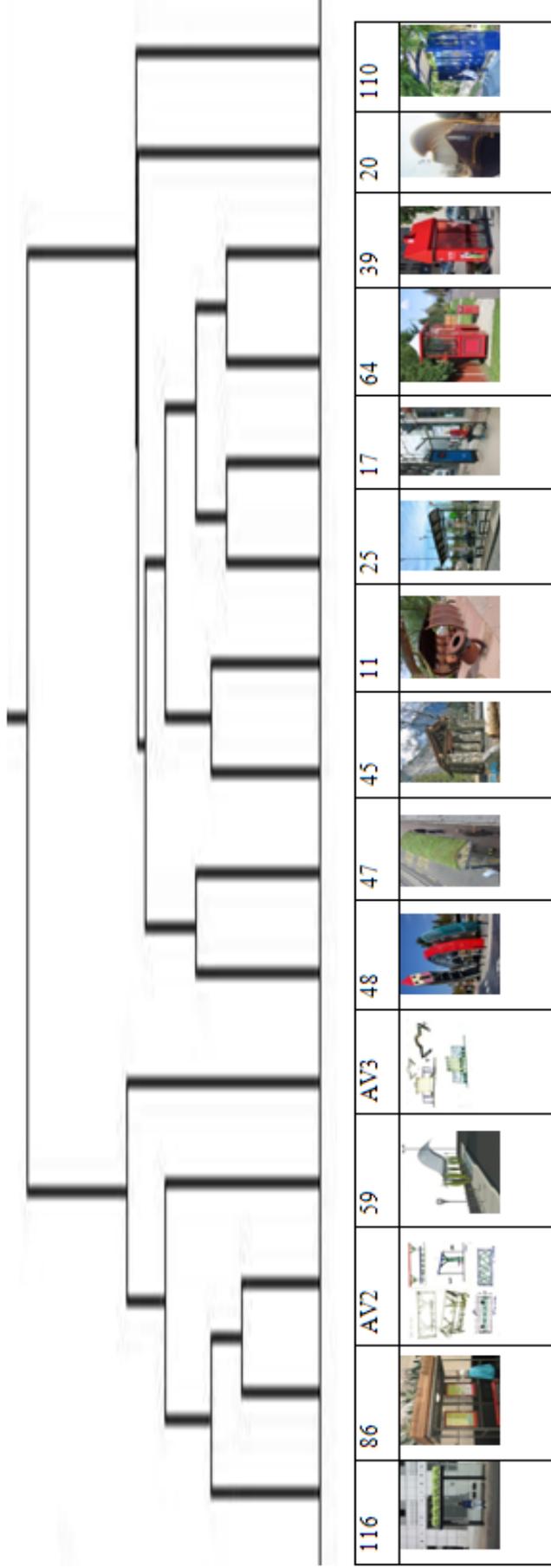
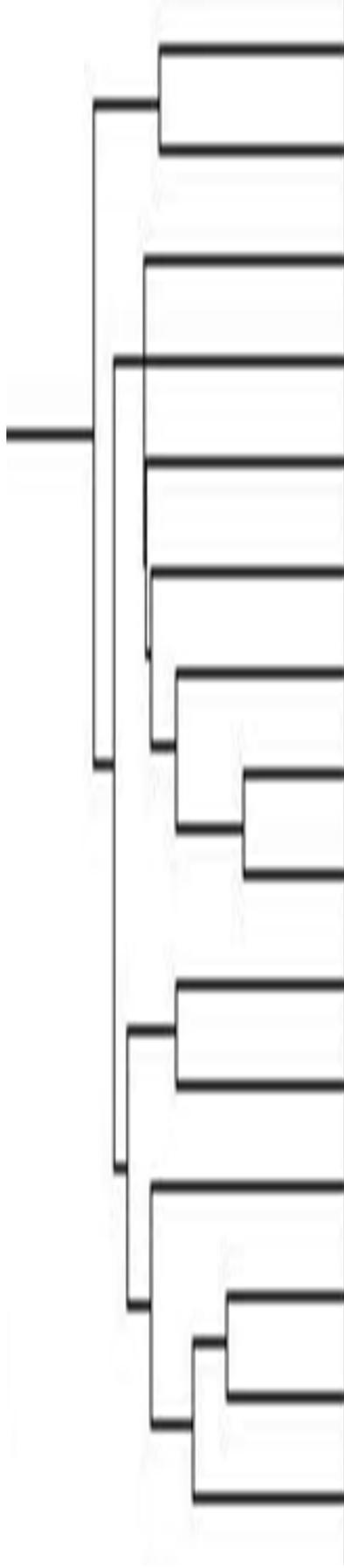


Figure 55: les images de précédents et les conceptions produites qui composent la classe N°7 de filiation idéale.

Classe N°8



32	57	70	97	91	16	23	AV2'	46	7	37	62	82	50	4

Figure 56: les images de précédents et les conceptions produites qui composent la classe N°8 de filiation idéale.

Les conceptions produites et les images de précédents qui appartiennent à une même classe d'images possèdent une filiation idéale. Afin de comprendre sa nature, elle est soumise à deux mesures. La première est globale. Elle est appelée filiation exhaustive et concerne la classe d'images dans sa totalité. La filiation idéale exhaustive est mesurée par les catégories d'idées qui caractérisent la classe d'images.

La seconde mesure de la filiation idéale est plus détaillée. Elle est appelée filiation idéale exclusive et relie les conceptions produites à certaines images de la classe par le biais d'idées spécifiques, dites exclusives.

A- La filiation idéale exhaustive

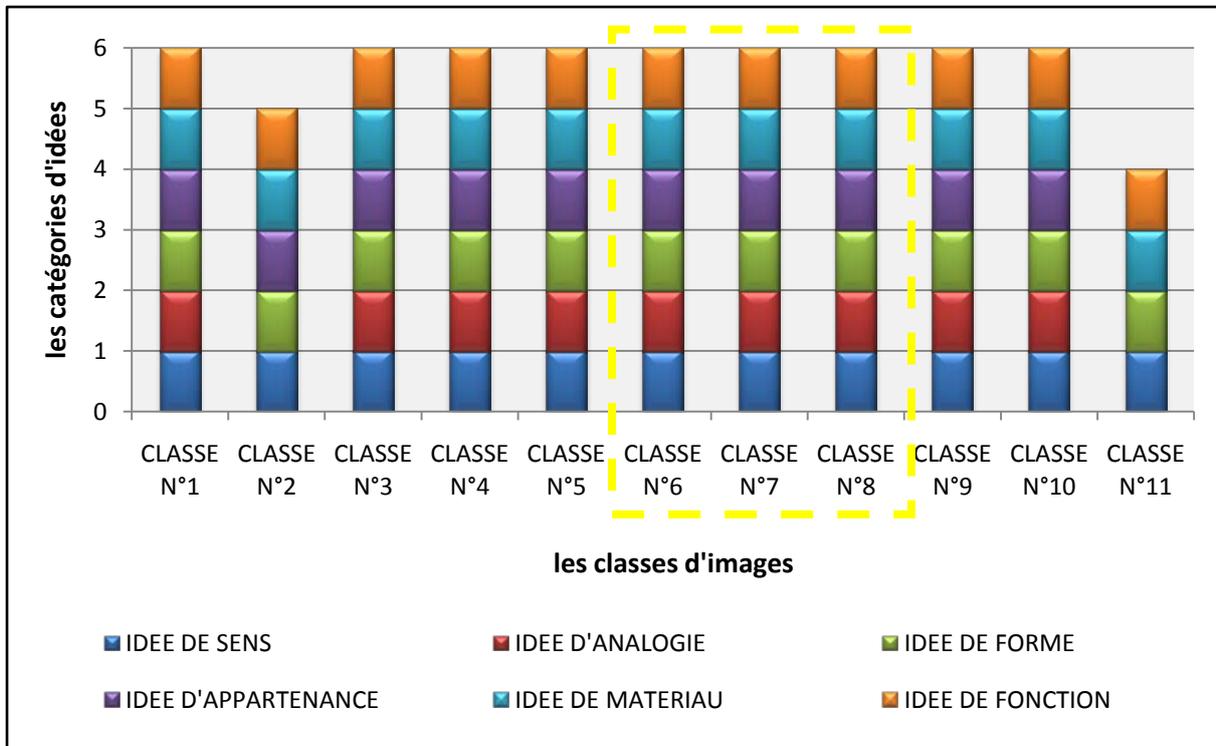
Afin d'identifier la filiation idéale exhaustive, on a divisé le tableau 47 de description idéale ou d'occurrence des catégories d'idées par image, en onze classes. Cette division vise à regrouper les images qui appartiennent aux mêmes classes dans des tableaux indépendants. Le tableau 47 ci-dessous est fourni comme exemple, il représente les catégories d'idées des images qui appartiennent à la classe N°6.

Classe N°6 (7 images)	N° de l'image	Les catégories d'idées					
		A	B	C	D	E	F
	72	1	1	1	1	0	1
	68	1	1	1	1	0	0
	AV1	1	1	1	1	1	1
	AV1'	1	1	1	1	1	1
	44	1	1	1	1	1	0
	118	1	1	1	0	0	0
	129	1	1	1	1	1	0

Tableau 47: tableau d'occurrence des catégories d'idées de la classe de filiation idéale N°6.

Nous avons déterminé les catégories d'idées présentes dans les classes d'images à partir des tableaux qui ont la même configuration que celui présenté ci-dessus (tableau 47).

Les catégories d'idées présentes dans chaque classe d'images, font l'objet de comparaisons afin de comprendre le mode opératoire de la filiation exhaustive. Le graphe 45, ci-dessous, représente les catégories d'idées de chacune des classes d'images.



Graphe 45: les catégories d'idées présentes dans chaque classe d'images.

Les six catégories d'idées sont présentes dans la majorité des classes d'images. Le graphe 45 montre que les trois classes (N°6, 7 et 8) qui contiennent les conceptions produites par le groupe de conception avec visualisation, sont similaires.

Afin d'identifier les différences relatives aux classes d'images N°6, 7 et 8, on a affiné la représentation des différentes classes d'images. Seules les catégories d'idées dominantes sont retenues à cet effet. Une catégorie d'idée est dite dominante, quand elle constitue un pourcentage égal ou supérieur à 50% des idées présentes dans la classe d'images en question.

Le pourcentage des différentes catégories d'idées présentes dans les classes d'images N°6, 7 et 8 est présenté dans la figure 57, ci-dessous.

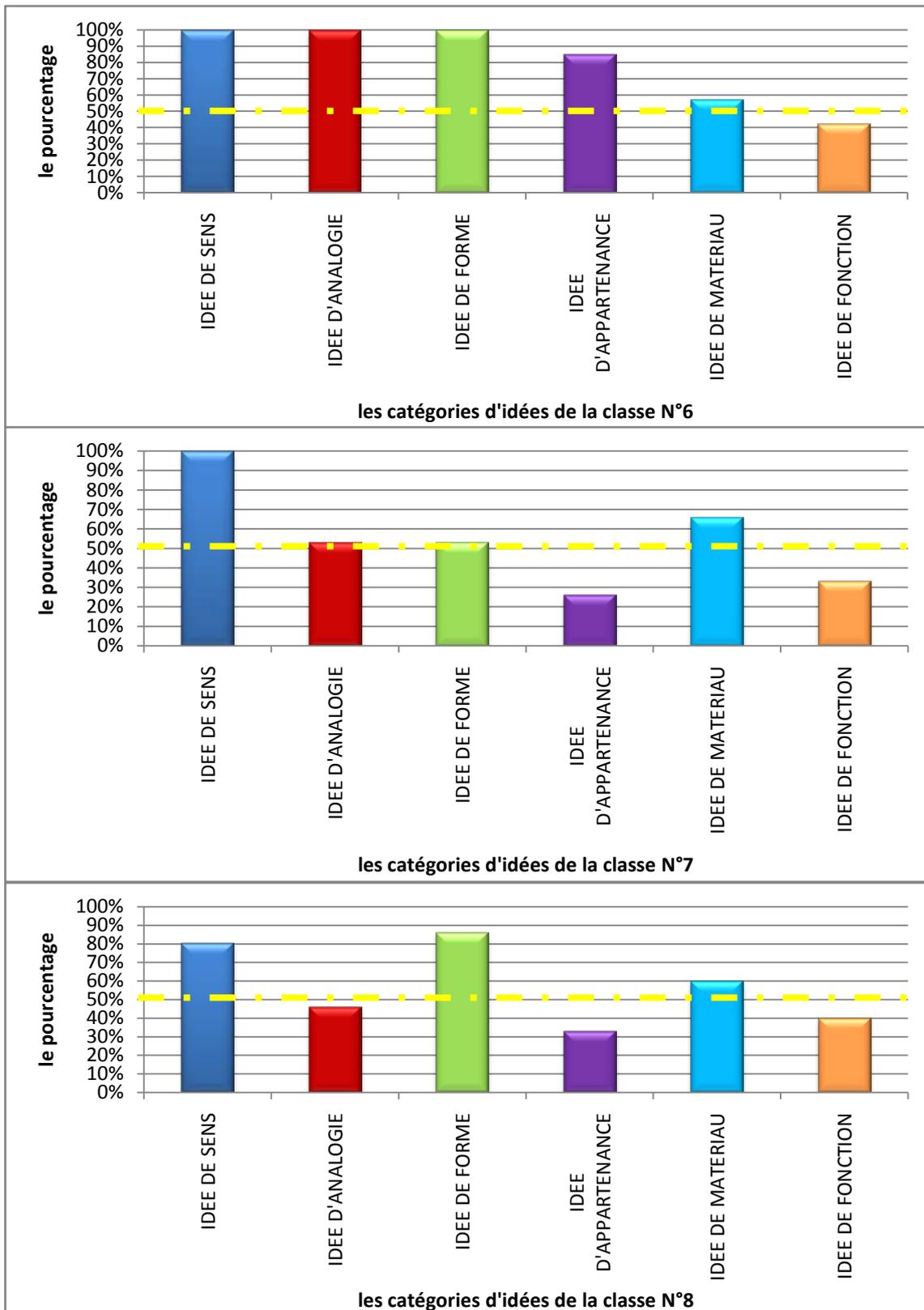
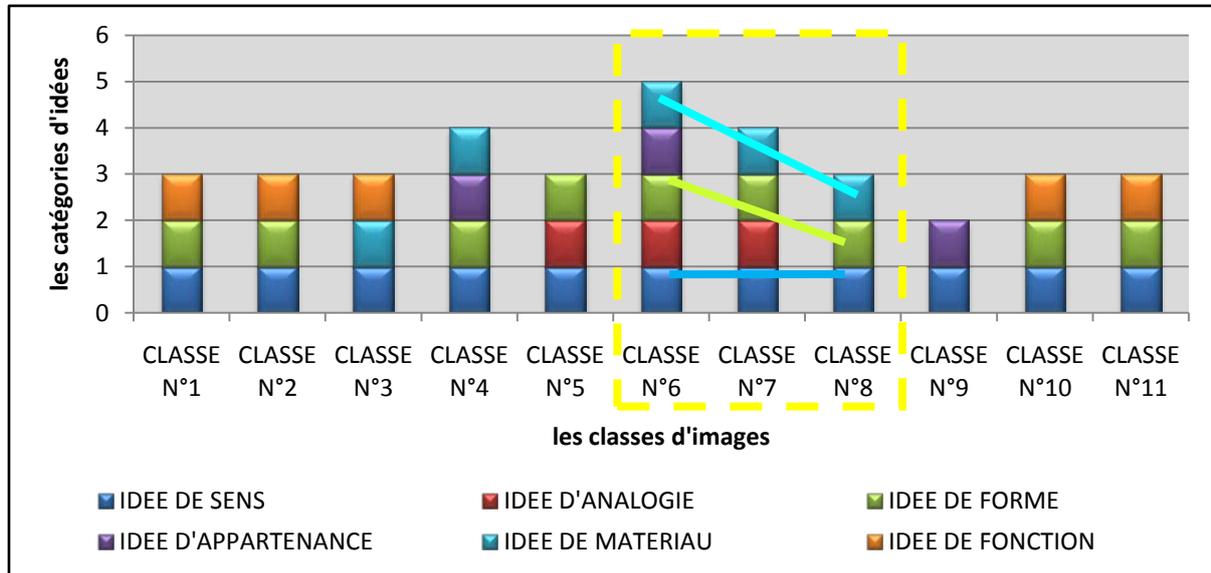


Figure 57: Le pourcentage des différentes catégories d'idées présentes dans les classes d'images N°6, 7 et 8.

La représentation des catégories dominantes des différentes classes d'images dans le graphe 46, indique que les classes d'images N°6, 7 et 8 n'ont pas le même degré de diversité. La filiation idéale exhaustive n'opère pas par un même taux de diversité des idées.



Graphe 46: Les catégories d'idées dominantes pour chaque classe d'images.

Le graphe 46 ci-dessus, montre que les classes d'images N°6, 7 et 8, partagent la dominance des catégories d'idées de sens, de forme et de matériaux. Ceci indique que la proximité des classes d'images qui contiennent les filiations idéelles est due à une similitude des filiations exhaustives.

La visualisation d'images de précédents entraîne une filiation idéale exhaustive des conceptions produites aux images de précédents. Cette filiation est de nature diversifiée (trois à cinq catégories d'idée) et opère principalement par des idées de sens, de forme et de matériaux pour toutes les conceptions analysées.

B- La filiation idéale exclusive

La répartition des conceptions produites sur trois classes distinctes (graphe 46) suppose l'existence d'autres aspects de filiation idéale spécifiques aux idées elles mêmes, ceci constitue le second ordre de la filiation idéale qu'est la filiation idéale exclusive.

La filiation exclusive concerne la filiation par une idée spécifique et particulière. Elle relie une production graphique à une ou plusieurs images. C'est une filiation directe et précise, au contraire de la filiation exhaustive qui réunit l'ensemble des images de la même classe. Le mot qui exprime l'idée ne fait pas en lui même l'objet de la filiation mais, c'est la catégorie à laquelle appartient l'idée partagée qui détermine la nature de la filiation exclusive.

L'exclusivité de filiation est synonyme de l'imitation ou de la reproduction qui opère par filiation particulière à des images précises. Dans ce travail, on a identifié les idées partagées par les conceptions produites et les images visualisées à partir des tableaux qui ont la même configuration que le tableau 48 présenté ci-dessous.

Classe N°6	N° de l'image	Les idées de sens...					
		A2	A12	A14	A16	A40	A53 ...
(7 images)	72	0	0	0	0	0	0
	68	0	0	1	0	0	0
	AV1	0	0	0	1	0	0
	AV1'	0	0	0	0	0	0
	44	0	0	1	0	1	0
	118	0	0	0	0	1	1
	129	1	1	0	1	0	0

Tableau 48 : Extrait du tableau d'occurrence des idées, par image, de la classe N°6.

A partir des tableaux d'occurrence des idées par image des classes N°6, 7 et 8, on a déterminé, à la fois, les images qui partagent des idées avec les conceptions produites ainsi que l'identité des idées partagées¹⁵. Les filiations idéelles exclusives des différentes conceptions produites par le groupe de conception avec visualisation d'images de précédents, sont présentées ci-dessous.

La filiation exclusive de la conception AV1

La conception AV1 (fig.58) présente une filiation exclusive avec les images 72, 68, 44 et 129, via l'idée d'appartenance « organique ». Elle est également affiliée à l'image 123 par le

¹⁵ Exemple : à partir du tableau 49, la conception AV1 est affiliée à l'image 129 par l'idée de sens A16.

biais de l'idée de sens « légèreté » et à l'image 118 moyennant l'idée de forme « forme circulaire ».

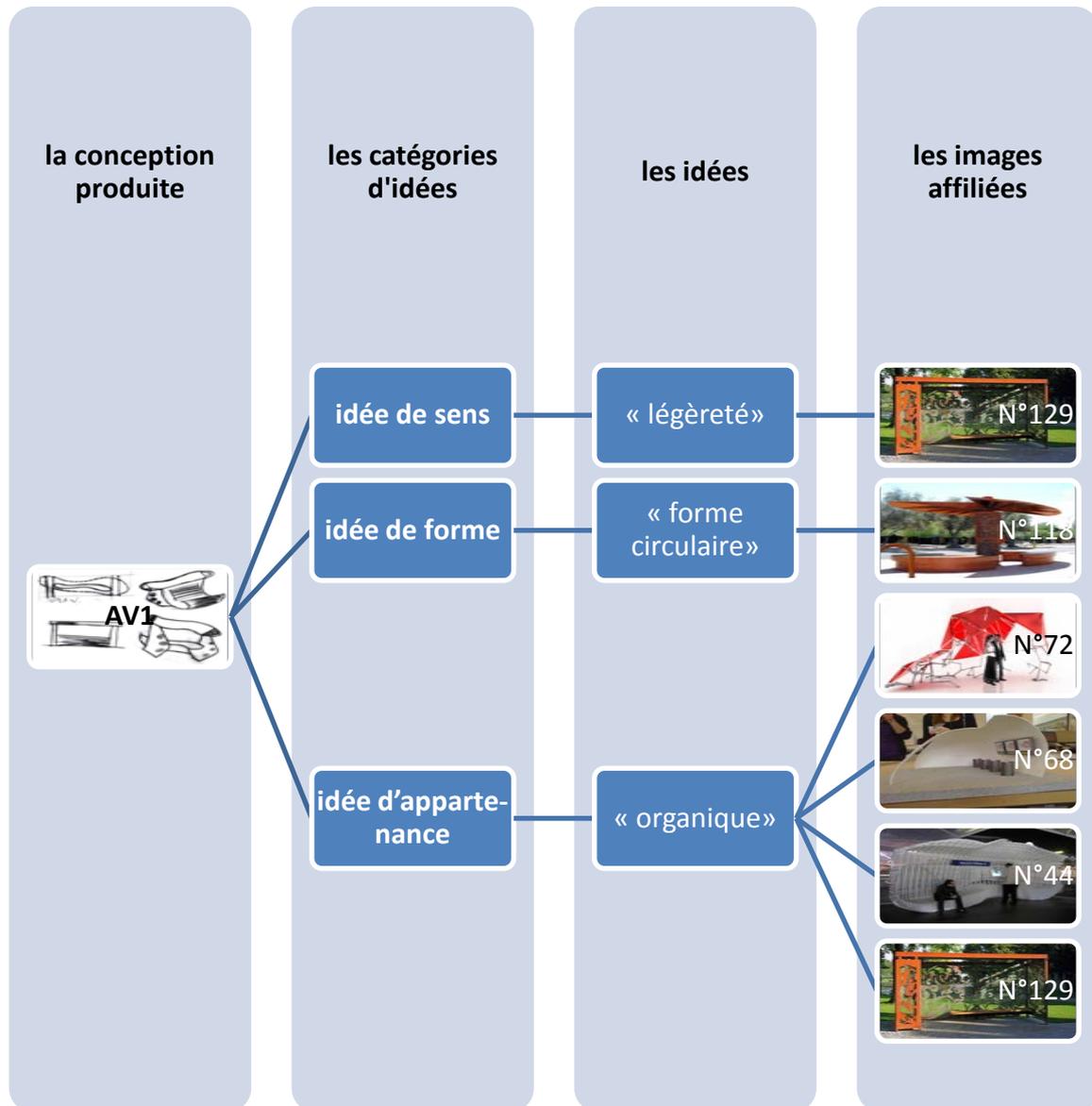


Figure 58: Les filiations idéelles exclusives de la conception AV1.

La filiation exclusive de la conception AV1'

La filiation AV1' (fig.59) présente une filiation exclusive avec les images 72, 68, 44 et 129, via l'idée d'appartenance « organique ». Elle est également affiliée à l'image 118 par le biais de l'idée de forme « forme circulaire ».

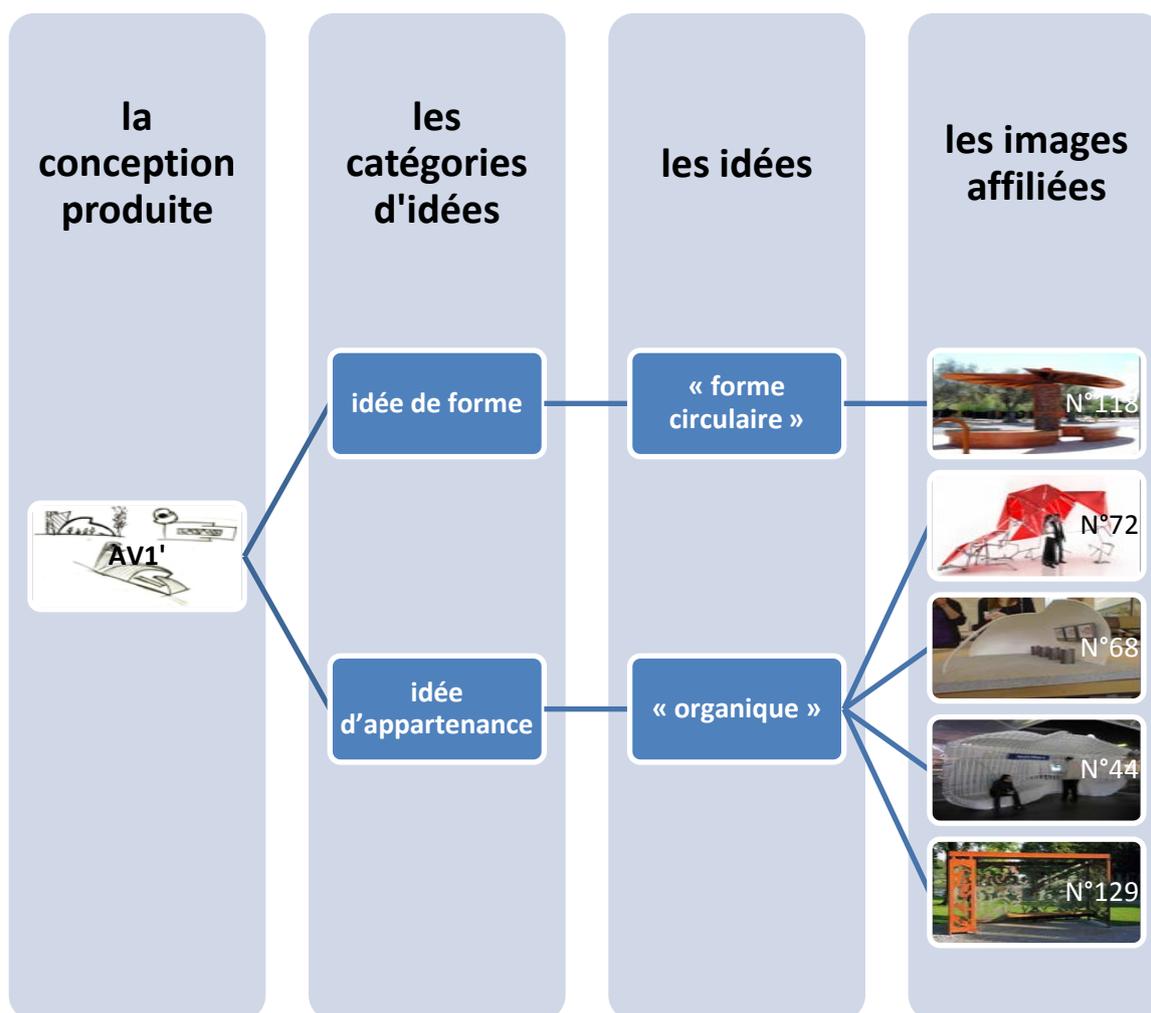


Figure 59: Les filiations idéelles exclusives de la conception AV1'.

La filiation exclusive de la conception AV2

La conception AV2 (fig.60) présente une filiation exclusive avec les images 116, 86 et 59, via l'idée de sens « Naturel ». Elle est également affiliée à l'image 59 par le biais de l'idée d'analogie « une feuille ».

La filiation exclusive de la conception AV2'

La conception AV2' (fig.61) ne présente qu'une seule filiation exclusive, elle est affiliée à l'image 23 via l'idée de sens « continuité ».

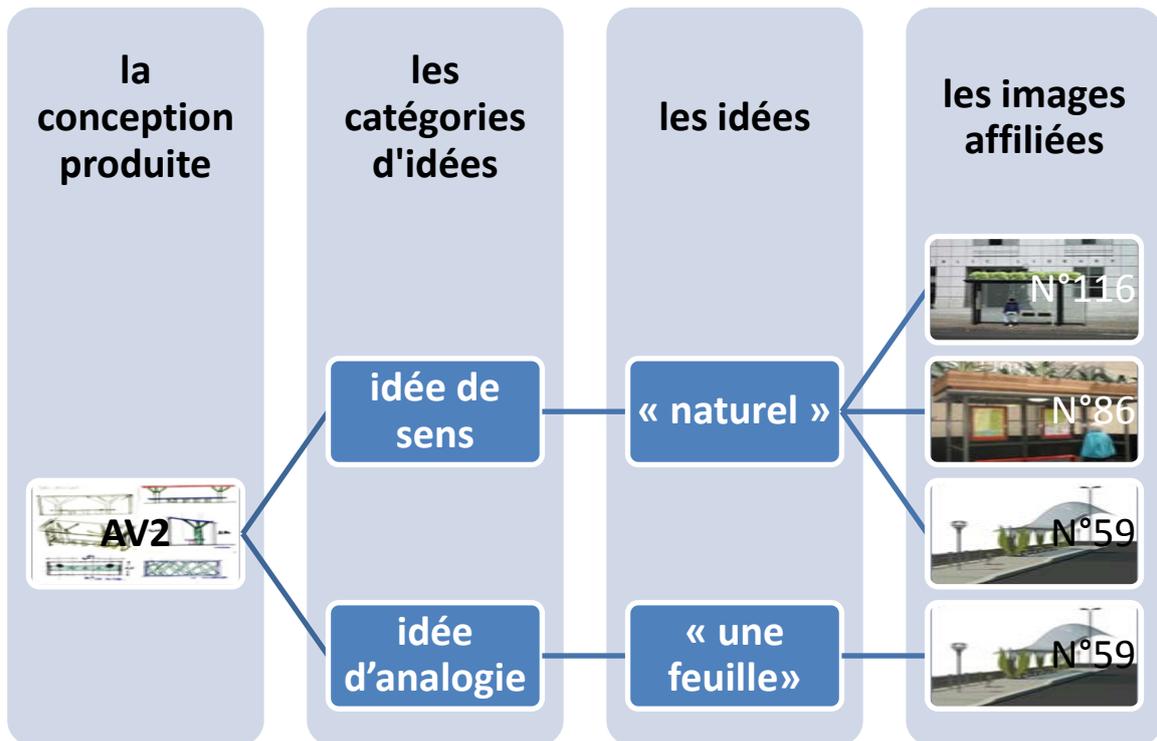


Figure 60: Les filiations idéelles exclusives de la conception AV2.

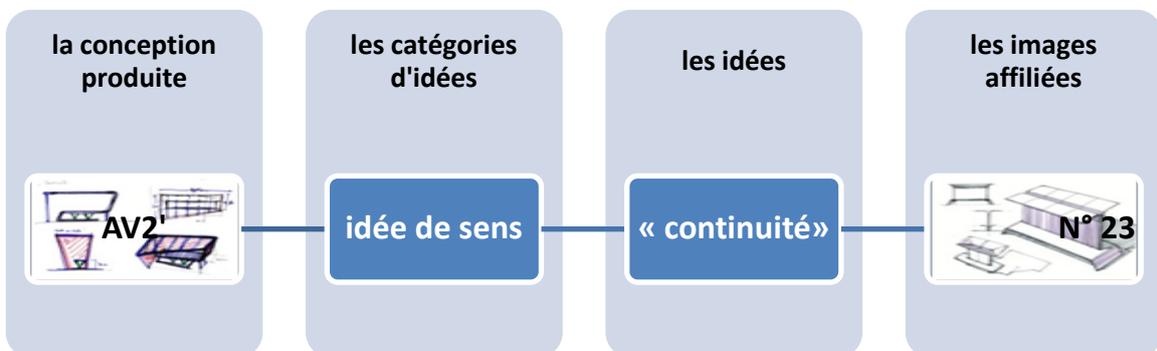


Figure 61: Les filiations idéelles exclusives de la conception AV2'.

La filiation exclusive de la conception AV3

La conception AV3 (fig.62) présente une filiation exclusive avec les images 116, 48, 47, 45, 11, 25, 64, 39, 20, 110, via l'idée de sens « intégration ». Elle est également affiliée aux images 116, 86 et 59 par le biais de l'idée de sens « Naturel ». Elle est aussi affiliée à l'image 116 via l'idée de sens « visibilité » et aux images 25 et 17 par le biais de l'idée de matériau « transparence ».

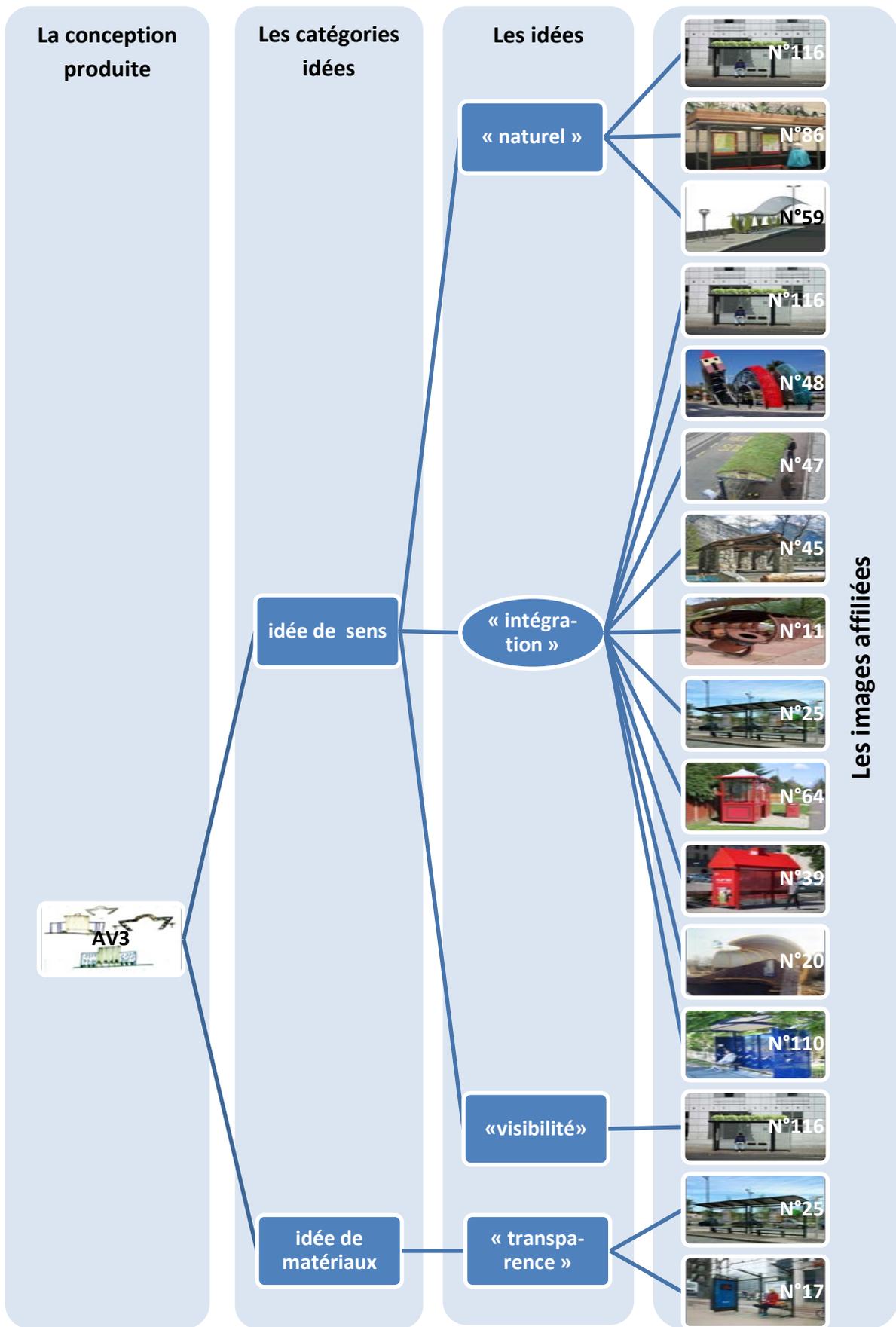


Figure 62 : Les filiations idéelles exclusives de la conception AV3.

Après l'identification des filiations idéelles exclusives des différentes conceptions produites, il est primordial de comprendre la logique de cette dernière et ce via la comparaison de son mode opératoire au niveau de chaque conception.

La figure 63 ci-dessous, représente le nombre des idées et le nombre des images par catégories de filiation idéelle exclusive des trois conceptions (AV1, AV2 et AV3).

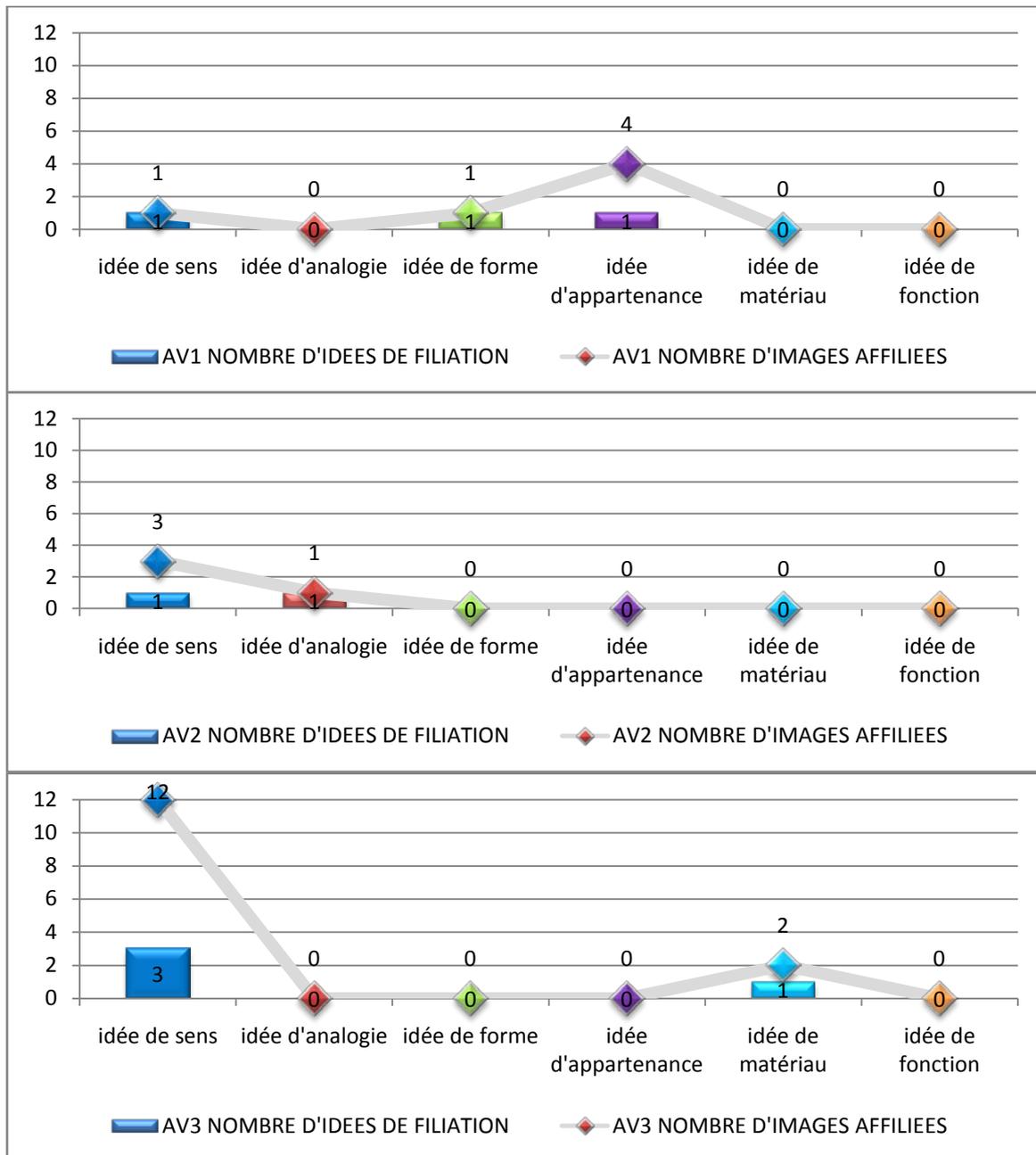


Figure 63: le nombre des idées et le nombre des images par catégorie de filiation idéelle exclusive, des trois conceptions (AV1, AV2 et AV3).

La figure 63 montre la permanence de la catégorie de sens dans toutes les filiations identifiées. Ceci révèle que la visualisation d'images de précédents provoque toujours une filiation de sens entre les précédents visualisés et les conceptions produites.

En plus de la catégorie d'idée de sens, la filiation idéale exclusive est faite par d'autres catégories d'idées, notamment, celles de forme et d'appartenance (chez AV1), d'analogie (chez AV2) et de matériaux (chez AV3). A l'exception de la catégorie de fonction, toutes les catégories d'idées sont des catégories agissantes dans la filiation idéale exclusive. Ce résultat suggère l'existence potentielle d'une variation du degré d'influence des images de précédents en fonction de leur nature idéale. Mais ceci est à confirmer par élargissement du corpus, à l'occasion de travaux futures.

II-II-I-III-Filiations idéelles et temporalité de la genèse de l'idée

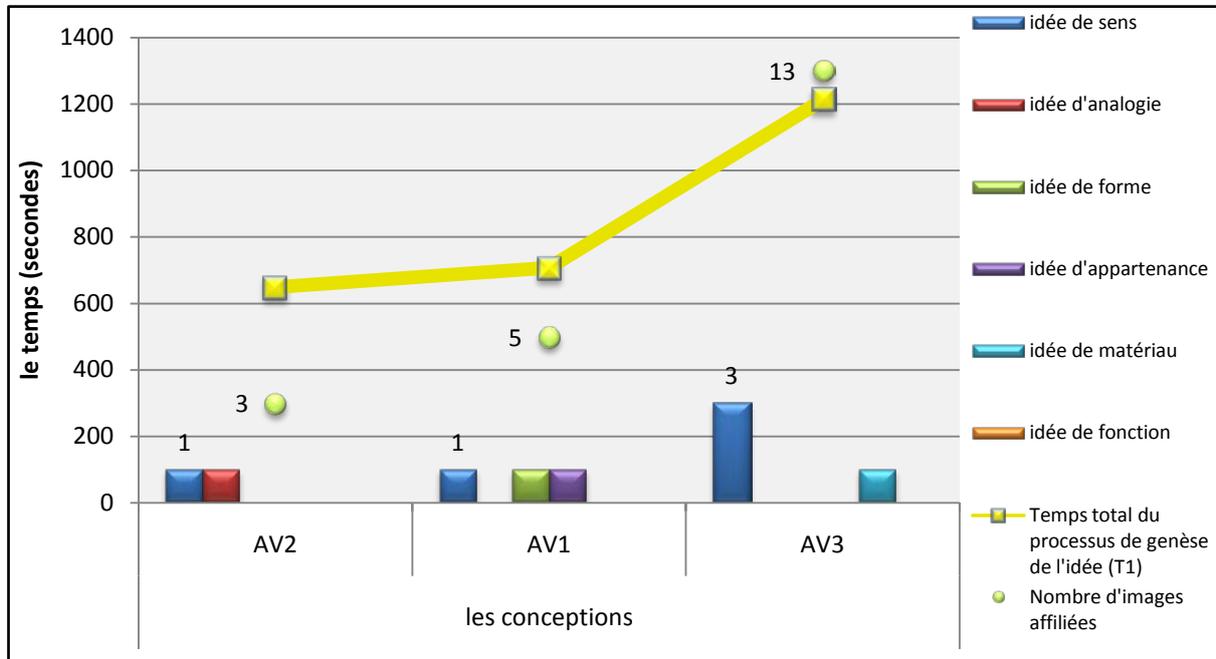
Dans le but de comprendre si les catégories d'idées de filiation sont liées ou pas aux temporalités du processus de genèse de l'idée, nous avons confronté les différentes filiations idéelles aux différents temps préalablement étudiés.

a- le temps total du processus de genèse de l'idée (T1)

Le graphe 47 présente la fréquence des catégories d'idées de filiation pour les trois conceptions (AV1, AV2 et AV3). On constate que la combinaison d'une fréquence élevée des idées de sens avec une idée de matériaux, suggère une augmentation du temps total de genèse de l'idée (T1). Ce dernier semble aussi augmenter relativement au nombre des images affiliées. Pour vérifier ces constats nous calculons le coefficient de corrélation de ces différents paramètres avec le temps total du processus (T1).

Le coefficient de corrélation du temps total du processus de genèse de l'idée (T1) et du nombre total d'images affiliées à chacune des conceptions est égal à 0,99, d'où une corrélation forte entre ceux-ci. Le coefficient de corrélation du temps total du processus de genèse de l'idée (T1) et du nombre de filiations par des idées de sens, montre également une forte corrélation ($R= 0,99$). Ceci indique un ralentissement du processus quand le nombre des images affiliées et donc des idées de sens, est plus grand. La filiation idéale exclusive des

conceptions à beaucoup d'images de précédents (particulièrement par des idée de sens) ralentit donc le processus de genèse de l'idée.

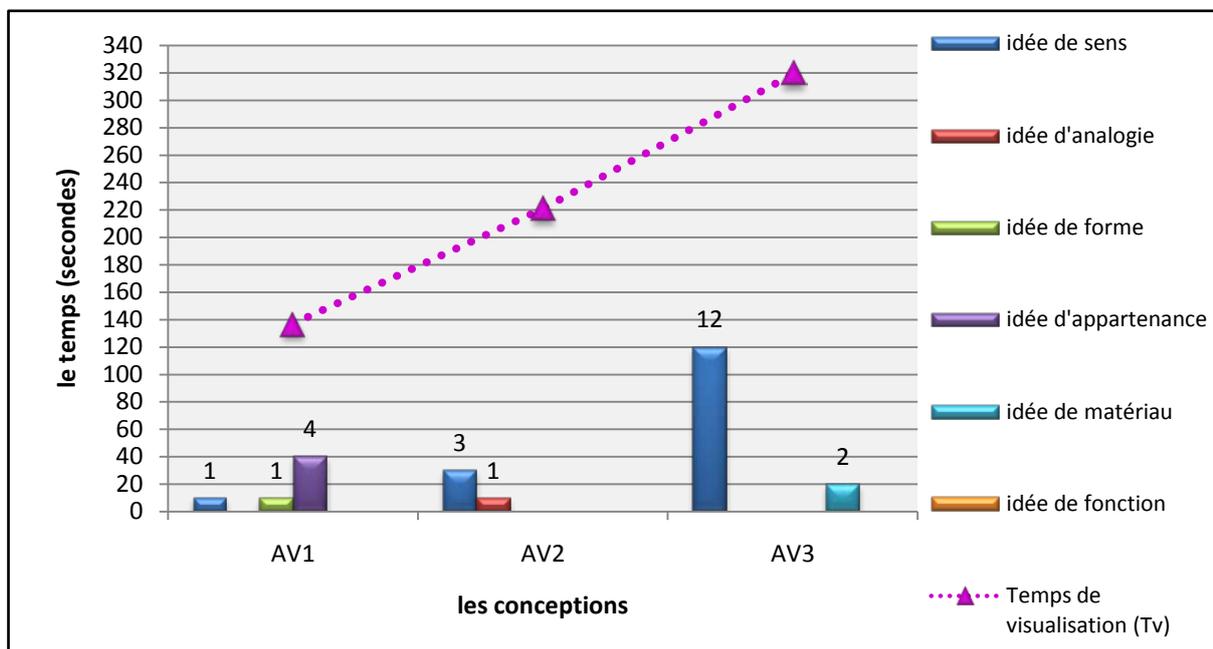


Graph 47: Le nombre d'idées par catégories d'idées, classé selon le temps total de genèse de l'idée (T1) et le nombre d'images affiliées à (AV1), (AV2) et (AV3).

D'un autre côté, on remarque que la durée de genèse de l'idée semble augmenter quand la filiation est de nature détaillée. C'est notamment le cas pour « idée de matériaux », ou quand une même filiation se répète plusieurs fois (trois idées de sens chez A3). Cette remarque suggère l'existence d'une relation entre le mode de filiation idéale et le temps total de genèse de l'idée qui demande à être confirmé par d'autres travaux.

S'il venait à se confirmer, ce ralentissement pourrait expliquer le manque de productivité préalablement constaté chez le sujet concevant AV3. Par ailleurs, pour les sujets concevants A1 et A2, la filiation par une seule idée sémique, pourrait être la cause de l'émergence de la seconde idée. Ceci indique une piste de recherche potentielle qui se consacrerait à investiguer la relation entre type de filiation, particulièrement idéale, et productivité.

b- le temps de visualisation des images (TV)



Graph 48: le nombre d'images affiliées par catégories d'idées, par rapport au temps de visualisation d'images (Tv) des conceptions (AV1), (AV2) et (AV3). (Exemple : 12 images partageant une idée de sens avec AV3).

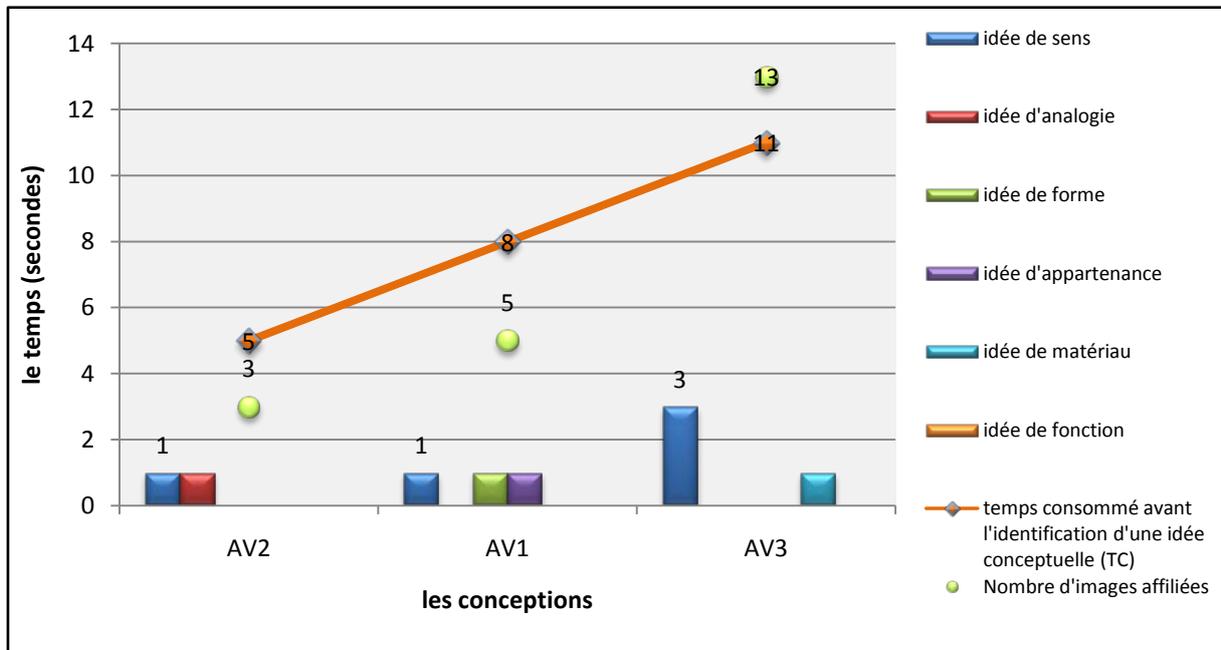
Le graph 48 qui représente le nombre d'images affiliées à chaque conception par catégorie d'idées, montre que le nombre d'images affiliées par le sens et la durée de visualisation d'images de précédents, augmentent proportionnellement. Ceci se confirme par une corrélation forte entre ces deux paramètres ($R= 0,95$).

Autrement dit, une longue visualisation d'images de précédents crée une fixation ou un attachement sémique, de la conception produite, aux images visualisées.

c- le temps consommé avant l'identification de l'idée conceptuelle (TC)

En vue de comprendre l'impact des filiations idéelles sur l'émergence du travail conceptuel, nous confrontons les filiations idéelles exclusives, des conceptions produites, au temps consommé avant l'identification de l'idée conceptuelle (TC).

Le graphe 49, ci-dessous, relie les catégories de filiation idéelle exclusive des conceptions, (AV1), (AV2) et (AV3), au nombre d'images affiliées à chacune et au temps de recherche de l'idée conceptuelle (TC). On y constate une augmentation de ce dernier proportionnellement au nombre d'images affiliées.



Graph 49: le nombre des idées par catégories d'idées, classé selon le temps consommé avant l'identification d'une idée conceptuelle (TC) et le nombre d'images affiliées aux conceptions AV1, AV2 et AV3.

Par ailleurs, le coefficient de corrélation du temps consommé avant l'identification de l'idée conceptuelle (TC) et du nombre total d'images affiliées à chacune des conceptions, égal à 0,94, confirme le ralentissement de la genèse de l'idée conceptuelle quand le nombre d'images affiliées est plus grand.

Les résultats de cette partie du travail (figure 46) montrent que la visualisation d'images de précédents provoque une filiation idéelle des conceptions produites aux images de précédents visualisées. Cette filiation idéelle se divise en deux classes. Une filiation idéelle exhaustive qui est une filiation globale et une filiation idéelle exclusive relative aux seules conceptions produites.

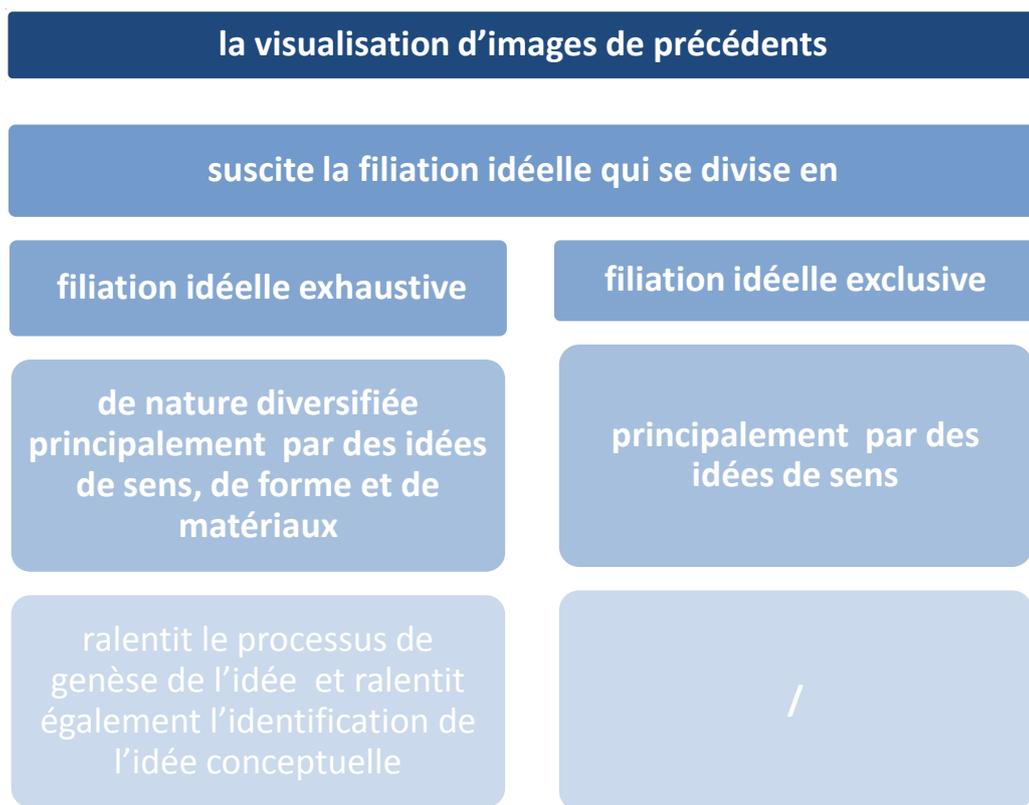


Figure 64: Modalités idéelles de filiation, dues à la visualisation d'images de précédents.

Dans cette étude, la filiation idéale exhaustive identifiée est diversifiée. Elle fait constamment intervenir des idées de sens, de forme et de matériaux. Par ailleurs la filiation idéale exclusive s'opère principalement par des idées de sens.

Les filiations idéelles exclusives, dues à la visualisation d'images de précédents, interagissent avec la temporalité du processus de genèse de l'idée. Elles ralentissent le processus de genèse de l'idée, par le nombre élevé des images affiliées et par la fréquence élevée des filiations selon des idées de sens. Par ailleurs, la visualisation d'images de précédents pour une durée de temps relativement longue, cause une fixation sémique de la conception produite sur les images visualisées.

Ces interactions de la filiation idéale avec la temporalité du processus soulignent l'importance de la part sémique dans le travail de conception et, son impact sur le déroulement temporel du processus.

II-II-II- la filiation morphique

II-II-II-I- Mesure de la filiation morphique

La mesure des filiations morphiques qui peuvent exister entre les conceptions issues de notre expérience et les images de précédents visualisées, nécessite leur exploration et leur comparaison sur le plan morphique. Elle se fait par le biais d'une analyse morphologique.

II-II-II-I-1- La méthode d'analyse morphologique

A) Présentation de l'analyse morphologique

L'objet de recherche de l'analyse morphologique est « *la caractérisation et la discrimination morphologiques par décomposition et comparaison systématique des formes* » (Bensaci, 2000). L'analyse morphologique étudie un corpus constitué d'une collection de formes, elle décompose ses formes par l'identification des *lyses*, et repère les composantes dites *homologues*.

Les *lyses* ou discontinuités représentent une notion principale de l'analyse morphologique, car « *l'objet donne à voir des discontinuités (...) l'analyser c'est d'abord en construire une représentation segmentée par l'observation minutieuse de ses lyses manifestes* » (Deloche, 1993 in Bensaci, 2000). L'analyse morphologique d'un corpus de formes cherche à identifier les positions stables et repérables dans la collection de formes concernée, ces positions constituent « *un vecteur d'unicité et de discrimination des formes* » (Bensaci, 2000).

L'homologie est une notion importante pour cette méthode, les parties (les segments) qui résultent de la division des formes, sont dites homologues quand il y a une correspondance entre leurs positions. Ceci arrive quand « *chacune d'entre elles occupe la même position par rapport à l'ensemble des éléments constituant l'objet auquel elles appartiennent* » (Duprat, 1995 in Bensaci, 2000). L'homologie est une exigence de l'analyse morphologique, car elle est le seul moyen d'opérer des comparaisons entre les différentes formes « *la correspondance systématique entre les parties constitutives des différentes formes analysées rend possible et opératoire la comparaison de ces formes entre elles* » (Bensaci, 2000)

L'analyse morphologique ici adoptée, s'appuie sur la structure morphologique. Bensaci (2000), la définit comme étant « *le dispositif spatial d'une collection de formes* ». Il indique qu'elle permet d'expliquer la constitution d'un ensemble de formes, d'identifier l'ordre propre à cet ensemble, et de présenter ainsi l'organisation spatiale de ces formes et leur logique d'organisation. Bensaci (2000) souligne que la structure morphologique est équivalente à la structure géométrique, elle « *est un ensemble fini d'éléments et de relations démontrables liant ces éléments* » (Bensaci, 2000).

La division du corpus de formes doit se faire d'une manière *opératoire*, par le biais « *d'une décomposition ordonnée et d'une segmentation économique de ces formes* » (Bensaci, 2000). Cette opération de décomposition des formes vise à dégager la structure morphologique, qui réunit l'ensemble des formes analysées, résume l'unité existante entre elles, et met en relation les éléments qui composent cette unité « *c'est l'invariant constitutif* » (Bensaci, 2000). Elle représente la collection de formes, sous forme de modèle qui contient « *l'articulation des parties constitutives des formes et les variations morphologiques de ces parties dans une unité logique attestée* » (Bensaci, 2000).

B) Les étapes de l'analyse morphologique

Bensaci (2000) a présenté les volets de l'analyse morphologique comme suit :

- « *Découpage de la forme en éléments constitutifs* ».
- « *Transcription des relations dispositionnelles des éléments constitutifs des formes spatiale* ».
- Détermination « *des variations de la configuration ou des dimensions de ces éléments* ».
- « *Recherche des correspondances logiques entre les positions, les configuration...* »

Ces étapes générales correspondent au protocole d'analyse fourni par Duprat (2013), dans lequel il a exposé les phases d'analyse morphologique d'un corpus choisi, qui sont ici adoptés. Il s'agit de trois principales étapes qui sont présentées comme suit :

B-1) Analyse et segmentation

Duprat (2013) a défini cette étape comme suit. « *L'analyse, proprement dite, est la segmentation comparée de la conformation des spécimens d'une collection dûment choisie* » (Duprat, 2013).

L'auteur indique que l'analyse consiste dans les opérations suivantes : *la thématisation réfléchie de l'analyse*, la collecte de la documentation nécessaire, l'observation qui vise à *repérer les discontinuités manifestes* et enfin la définition d'une proposition de segmentation de la collection de formes choisies.

B-2) Modélisation structurale

Comme son nom l'indique, cette étape modélise l'ensemble des spécimens, en classes d'homologies distinctes, qu'elle enregistre suivant *une notation symbolique* adéquate (codification symbolique, non verbale) (Duprat, 2013). Elle dégage *un modèle structural* des spécimens de la collection de forme (Duprat, 2013).

Cette étape « *établit entre les segments des différents spécimens des relations d'équivalence, que nous avons baptisées homologiques* » (Duprat, 2013). Elle « *veille à expliciter ce qui les fonde et que nous trouvons essentiellement dans la spatialité des relations des segments et leur stabilité d'un spécimen à l'autre* » (Duprat, 2013).

B-3) Traitement et interprétation des résultats

Le traitement des données, s'intéresse *aux relations entre les spécimens de la collection analysée* et *aux relations entre les caractérisations de ces spécimens*, afin de permettre une interprétation significative des résultats (Duprat, 2013).

Pour effectuer le traitement des résultats, les « *informations morphologiques et structurales, convenablement transposées dans un système de notation symbolique sous la forme classique de « tableaux attributs-objets* », *peuvent faire l'objet de calculs formalisés, relevant des méthodes générales des statistiques descriptives multidimensionnelles* » (Duprat, 2013).

L'interprétation des résultats exploite les données obtenues du traitement, et cherche à les expliquer selon des *opérations d'explication extrinsèques* (par des données externes à la forme), et, ou *opérations d'explication intrinsèques* (par des données internes à la forme) (Duprat, 2013).

II-II-II-I-2- L'analyse morphologique des images de précédents et des conceptions produites par le groupe de conception avec visualisation

L'analyse morphologique porte sur les conceptions produites par le groupe de conception avec visualisation et les images de précédents visualisés.

A) Analyse et segmentation

Une présentation du corpus et une thématisation de l'analyse, précèdent l'analyse proprement dite.

1) Présentation du corpus

Le corpus d'étude est composé de 130 images de précédents, tirées d'internet. En plus de cinq productions graphiques produites par les trois concepteurs A1 (AV1 et AV1'), A2 (AV2 et AV2'), A3 (AV3). Dont un exemple est présenté par la figure 65 suivante.



Figure 65: Exemple d'image visualisée (image N°1 à gauche) et de conception produite par le groupe de conception N°2 (conception AV3 à droite).

1-a) Thématisation de l'analyse

La thématisation de l'analyse « *défini sur quoi porte l'analyse* » (Duprat, 2013). Notre corpus d'étude est sélectionné pour son identité nominale (présentée auparavant : page 47) sans faire référence à sa nature morphologique. Les différents spécimens partagent la même fonction « abribus », la même représentation, « image issue d'internet », ou bien « image scannée à partir des productions graphiques issues de l'expérience ». Le thème d'étude est le « volume » car la majorité des images d'exemples visualisées sont des photos réelles, qui présentent l'abribus en tant que volume, et c'est la seule figuration partagée avec les productions issues de notre expérience.

2) La segmentation des spécimens

Les segments sont le résultat du découpage du spécimen selon des discontinuités manifestes ou « lyses ». La segmentation se fait à un niveau structurel où l'on définit les différentes positions occupées par des formes similaires ou différentes. La différence de conformation (forme) constitue le niveau plastique de l'analyse. La segmentation peut se faire à différents niveaux, plus ou moins détaillés, selon l'objectif du chercheur « *la segmentation opère en s'appuyant sur des discontinuités manifestes ; elle décompose des entités que l'on a de bonnes raisons de postuler comme ayant été composées* » (Duprat, 2013).

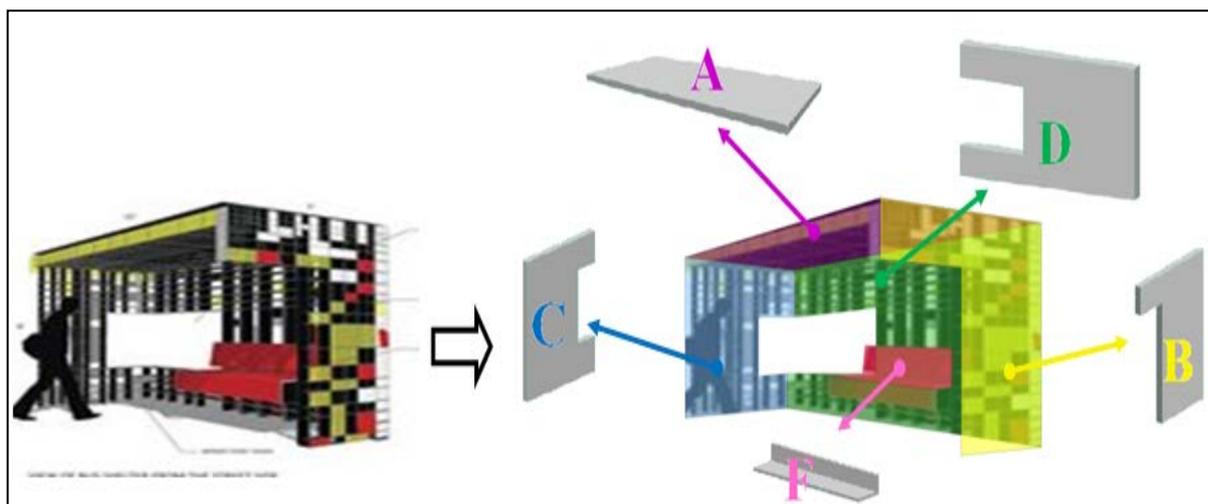


Image de précédent N°77

La segmentation de l'image de précédent N°77

Figure 66: Segmentation de l'image N° 77, prise à titre d'exemple.

En partant de notre hypothèse de recherche, notre segmentation procède par décomposition de chaque spécimen selon les discontinuités ou « les lyses » manifestes du volume « *Les segments morphiques du tout sont définissables parce qu'ils sont délimités et leurs limites perceptibles, les discontinuités forment des frontières entre segments contigus* » (Duprat, 2013). La figure 66 ci-dessus, représente un exemple de segmentation d'une image de précédent.

2-a) L'homologie

La comparaison morphologique est possible grâce à la notion d'homologie. Des segments sont dit homologues, quand ils occupent la même position par rapport à la structure morphologique. Ceci indique que le corpus est homogène et que tous les spécimens partagent la même structure morphologique.

L'observation de notre corpus a révélé qu'il n'est pas homogène, car les positions ne sont pas stables pour l'ensemble des spécimens. L'exigence d'homologie qui permet les permutations entre les segments de la même position n'est donc pas remplie. Ceci est due au nombre d'images, et à leur mode de collecte qui est uniquement basé sur leur identité nominale.

Les sous-systèmes morphiques	Les segments (positions)
N°1	A, B, C, D, E, F, G.
N°2	A, F, I.
N°3	B, C, E, F, J.
N°4	D, E, F, K.
N°5	B, C, L.
N°6	F, G, M.

Tableau 49 : les segments de chaque sous-système morphique obtenu.

Dans ce cas, Dupart (2013), préconise un recours à la division du corpus en sous-ensembles homogènes selon la notion d'homologie. Chacun d'entre eux correspond à un sous-système morphique et par conséquent à une structure morphologique donnée.

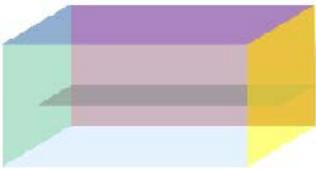
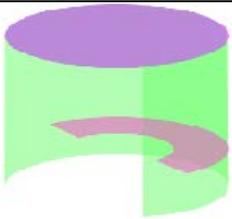
La division du corpus, adoptée par cette étude, a permis l'émergence de six sous-systèmes morphiques, présentés dans le tableau 49 ci-dessus. Cette division indique les différences structurelles du corpus.

3) La structure morphologique

La structure morphologique résume l'invariant constitutif de la collection de formes en question (Bensaci, 2000). L'élaboration de la structure morphologique procède par la détermination des positions stables pour l'ensemble des formes étudiées.

Il existe, dans notre cas, une instabilité dans la présence des segments, pour l'ensemble du corpus. Elle est causée par le grand nombre d'images « *Plus la collection de formes est diversifiée moins la structure morphologique est consistante* » (Bensaci, 2000). Mais cette absence de position stable ne constitue pas un obstacle à notre objectif et n'empêche en conséquence pas l'analyse morphologique d'informer sur les filiations existantes.

La division du corpus, selon le critère d'homologie, a donné lieu à six structures morphologiques présentée dans le tableau 50 suivant.

La structure morphologique des sous-systèmes morphiques		Les segments (positions)	Exemples d'images visualisées	
N°1		A, B, C, D, E, F, G.	N° 49	
N°2		A, F, I.	N° 70	

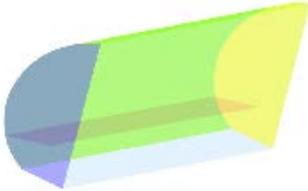
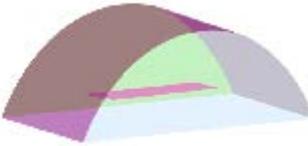
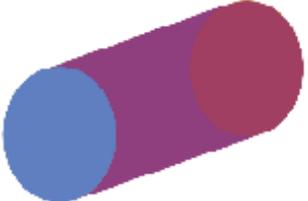
N°3		B, C, E, F, J.	N° 73	
N°4		D, E, F, K.	N° 88	
N°5		B, C, L.	N° 42	
N°6		F, G, M.	N° 50	

Tableau 50: les segments de chaque sous-système morphique obtenu.

3-a) La codification/ notation symbolique

Les images de précédents sont associées à des codes de 1 à 130. Les productions graphiques sont codées comme suit : AV1, AV1', AV2, AV2', AV3. Afin de désigner les différents segments qui les composent, aucune appellation n'est utilisée. Seules des notations symboliques sont adoptées. Le tableau 51, ci-dessous, présente la codification d'un spécimen de notre corpus (annexe N° 21).

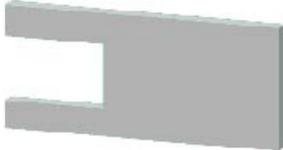
Segments :	Conformation :	Codification :
A		A9
B		B77
C		C77
D		D77
F		F11

Tableau 51: Exemple de codification de l'image N° 77.

Les codes qui résultent, pour chaque spécimen, sont regroupés dans un seul tableau afin de permettre le traitement des données obtenues. Ce dernier peut prendre l'une des deux formes, réduit ou disjonctif.

Le premier type enregistre, dans la même colonne, pour une lyse donnée, les variations de conformation qui correspondent aux différents spécimens présentés par les lignes du tableau. Tandis que dans le second, les différentes conformations sont étalées sur les colonnes. La présence ou l'absence de chacune d'entre elles, pour les différents spécimens, est enregistrée par un 0 ou un 1 sur les lignes du tableau.

Les deux types contiennent la même information et le choix se fait selon le mode de traitement envisagé. On a établi un tableau objet /attribut qui est présenté ci-dessous.

	B36	B101	B115	C36	C101	C115	E11	E62	E73	F62 ...
11	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
62	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
115	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
125	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
73	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
46	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
36	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Tableau 52: Extrait du tableau objet/attribut du sous-système N°3, pris à titre d'exemple.

Pour chaque sous-système, on a établi un tableau objet /attribut qui a la même configuration du tableau 52. Les lignes du tableau correspondent aux spécimens tandis que les colonnes correspondent aux modalités d'existence des différents segments. Le tableau enregistre l'occurrence des modalités par spécimen.

4) La classification hiérarchique ascendante des données morphiques

L'identification de la filiation morphique nécessite, en premier lieu, le traitement des tableaux objet/ attribut (tableau 52) qui résultent de la codification, par la classification hiérarchique ascendante présentée un peu plus haut (page 134). Cette classification morphologique, comme nous l'avons mentionné auparavant, vise à relier les conceptions produites par les sujets-concevants aux images de précédents, via leurs similarités morphiques.

Les cinq tableaux qui enregistrent l'occurrence des segments morphiques spécifiques de chaque sous-système morphique, nous ont permis d'obtenir différents dendrogrammes par le biais de la classification hiérarchique ascendante. On s'intéresse aux structures qui contiennent les conceptions produites par le groupe de conception avec visualisation, et qui sont N°1 et N°4. Les dendrogrammes de ces structures morphiques sont présentés dans les figures 67 et 68 ci-dessous.

Les conceptions produites sont reliées morphiquement aux images de précédents qui appartiennent à une même structure morphique. Ceci indique que la visualisation d'images de précédents suscite une filiation morphique des conceptions produites aux images visualisées. La nature de cette filiation morphique est présentée ci-dessous.

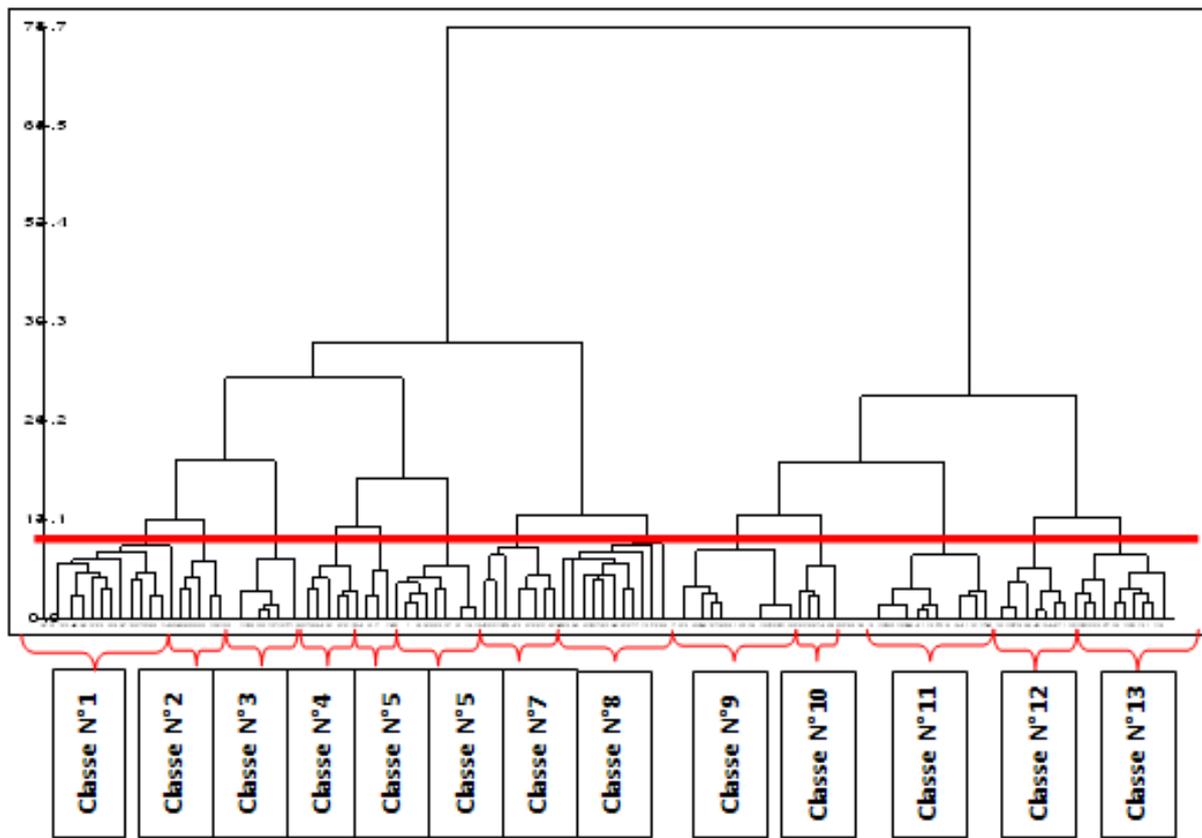


Figure 67: Dendrogramme du sous-système morphique N°1.

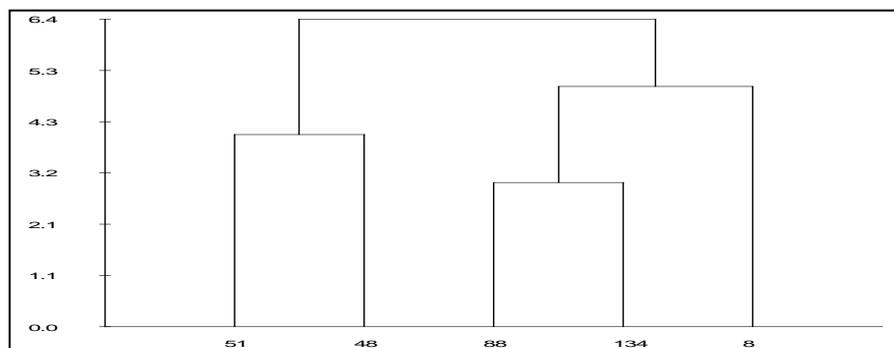
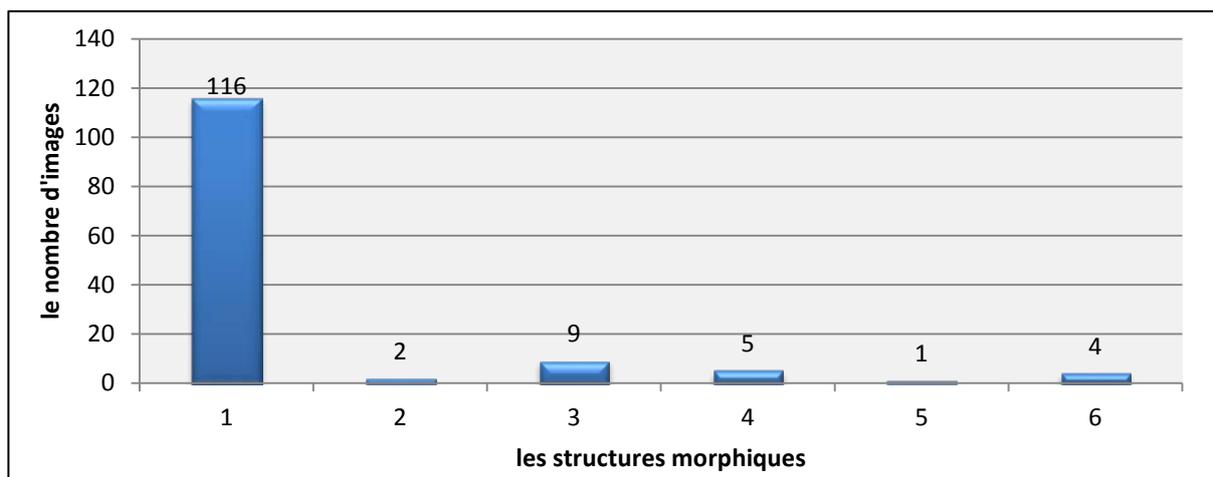


Figure 68: Dendrogramme du sous-système morphique N°4.

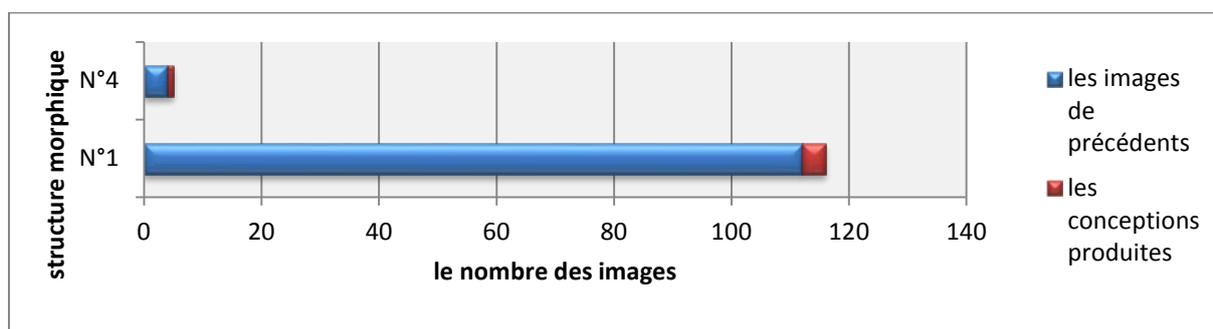
II-II-II-II- Nature de la filiation morphique

Un premier résultat peut être constaté à partir de la distribution des images sur les différentes structures morphiques. Le graphe 50 ci-dessous, indique que la majorité des images (116 images) appartiennent à la structure morphique N°1.



Graphe 50: Le nombre d'images des six structures morphiques.

L'examen du contenu des différentes structures morphiques, indique que les conceptions produites appartiennent aux deux structures morphiques N°4 et N°1, présentées dans le graphe 51 ci-dessous.



Graphe 51: Le nombre d'images de précédents et de conceptions produites, dans les deux structures morphiques N°1 et N°4.

Quatre conceptions produites appartiennent à la structure morphique N°1 en plus de 112 images de précédents. La filiation morphique de la majorité des conceptions produites appartient à la structure morphique, quantitativement dominante, dans le recueil d'images de précédents. Une seule conception produite fait l'exception. Elle appartient à une structure morphique minoritaire, avec quatre images de précédents.

La visualisation d'images de précédents, suscite donc une filiation morphique fixée sur les structures morphiques les plus fréquentes. Ou, autrement dit, sur la structure morphique qui se répète pour beaucoup d'images de précédents.

La filiation morphique peut prendre deux formes. La première est la filiation structurelle qui relie la structure morphique des conceptions produites à celles des images visualisées. La seconde modalité est une filiation plastique qui, en plus de la modalité structurelle, ajoute une filiation de la forme elle-même. Elle correspond à une reproduction formelle.

A) La filiation structurelle

La filiation structurelle se définit par les segments partagés entre les images de précédents et les conceptions produites par le groupe de conception avec visualisation. Cette filiation est déterminée par le retour aux données internes à la forme. Ceci nous permet d'identifier les segments présents dans les classes morphiques obtenues.

Pour cela, on a réorganisé les lignes des tableaux objet/attribut des sous-systèmes morphiques concernés (N°1 et N°4), selon le contenu de chacune des classes d'images fournies par la classification hiérarchique ascendante. Le tableau 53 ci-dessous présente un extrait du tableau de description de la classe N°6.

Les conformations : Classe N°6	A1	B1	B2	B52	C1	C5	C14	C52	D1...
1	1	1	0	0	1	0	0	0	1
2	1	0	1	0	1	0	0	0	1
14	1	0	1	0	0	0	1	0	1
16	1	1	0	0	0	1	0	0	1
19	1	0	0	0	0	1	0	0	1
27	1	1	0	0	0	1	0	0	1
52	1	0	0	1	0	0	0	1	1
92	1	0	0	0	0	0	0	0	0
AV2	1	1	0	0	1	0	0	0	0

Tableau 53: Extrait du tableau objet/attribut des configurations des segments par images, de la classe d'images N°6.

A partir du tableau objet/attribut des configurations des segments de chaque classe d'images, on établit un tableau objet/attribut des segments. Il enregistre la présence ou l'absence des segments pour chaque image. Un exemple est présenté ci-dessous au tableau 54.

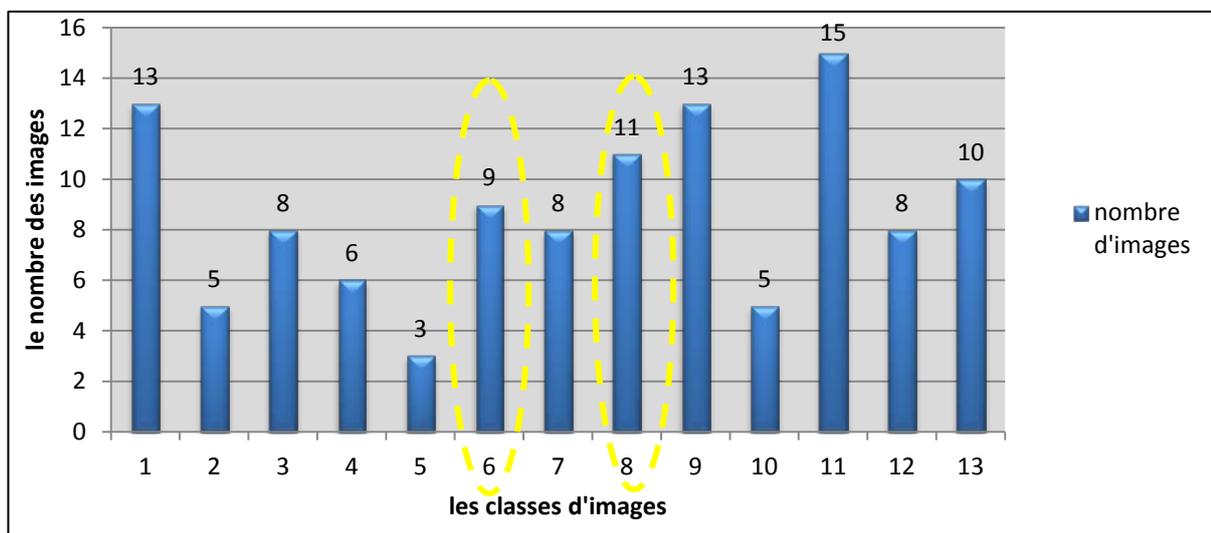
Les segments: Classe N°6	A	B	C	D	E	F	G
1	1	1	1	1	0	1	0
2	1	1	1	1	0	1	0
14	1	1	1	1	0	1	0
16	1	1	1	1	0	1	0
19	1	0	1	1	0	1	0
27	1	1	1	1	0	1	0
52	1	1	1	1	0	1	0
92	1	0	0	1	0	1	0
AV2	1	1	1	0	0	1	1

Tableau 54: Tableau objet/attribut des segments par images de la classe d'images N°6.

Le tableau d'occurrence des segments par images étant établi, les filiations structurelles de chaque classe d'images sont identifiées ci-dessous.

La structure morphique N°1

Cette structure morphique comporte 13 classes d'images (graphe 52). Le nombre d'images par classe varie de 3 à 15 images (graphe 52). On ne va présenter que les classes qui contiennent les conceptions produites et qui sont celles N°6 et N°8.



Graphe 52: Le nombre des images par classe, selon la classification morphique de la structure morphique N°1.

La classe N° 6

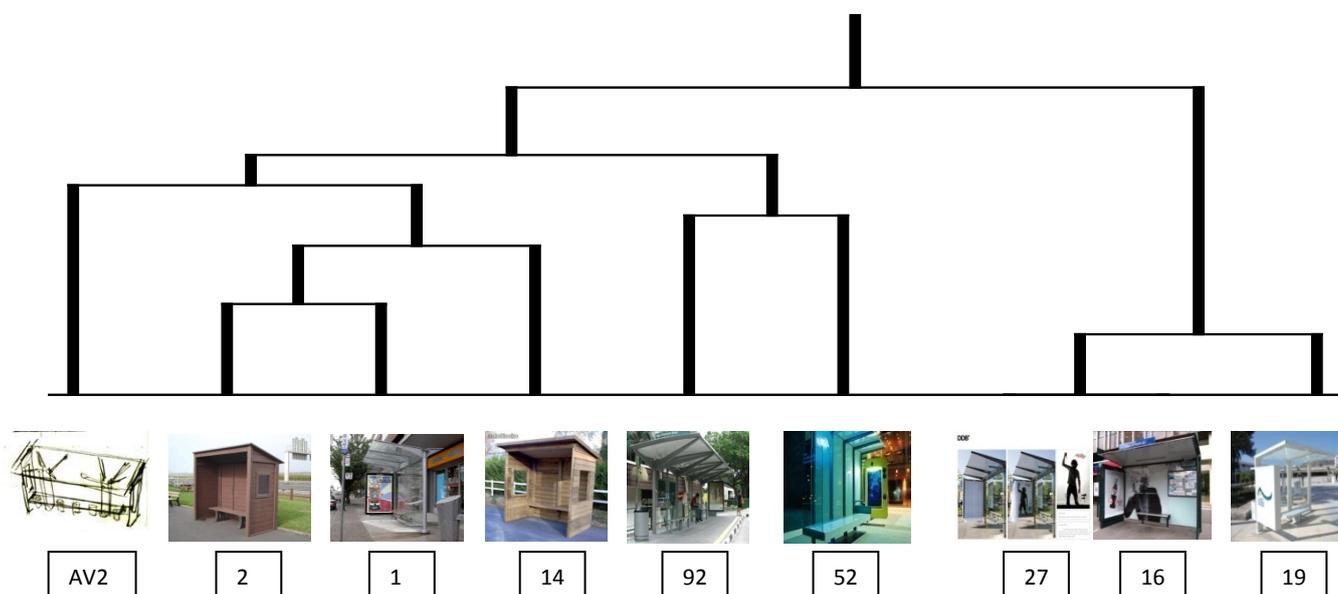


Figure 69: Extrait du dendrogramme de la structure morphologique N°1 pour la classe N°6, illustré par les numéros et les images.

La production graphique AV2 est groupée avec les images N° 2, 1, 14, 92, 52, 27, 16 et 19 (fig.69). Le retour aux données internes indique une filiation structurelle de AV2 par les segments : A, B, C et F (tableau 55 et figure 70).

		Les segments :						
		A	B	C	D	E	F	G
La classe N° 6	AV2	1	1	1	0	0	1	1
	2	1	1	1	1	0	1	0
	1	1	1	1	1	0	1	0
	14	1	1	1	1	0	1	0
	92	1	0	0	1	0	1	0
	52	1	1	1	1	0	1	0
	27	1	1	1	1	0	1	0
	16	1	1	1	1	0	1	0
	19	1	0	1	1	0	1	0

Tableau 55: les segments du sous-système morphologique N°1, présents dans la classe d'images N°6 (la couleur bleu indique les segments et les images qui informent sur la filiation de AV2).

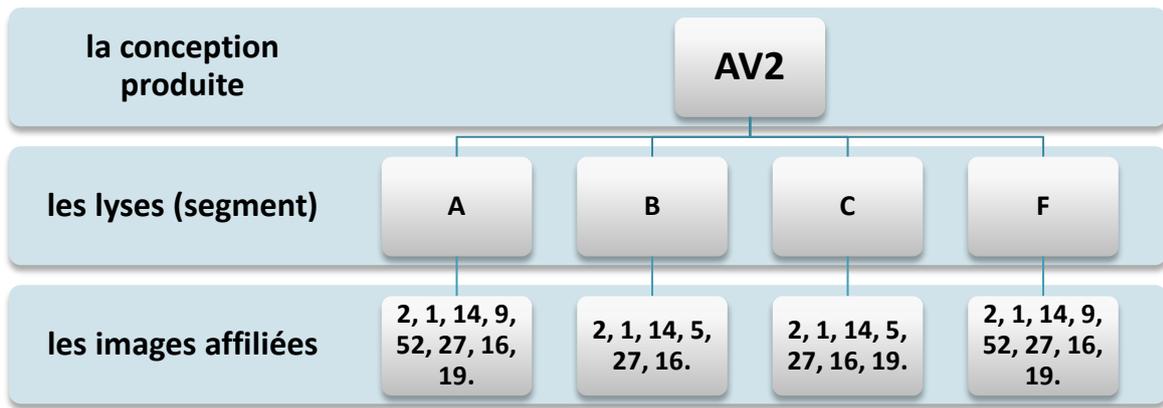


Figure 70: Filiation structurelle de la conception AV2.

La classe N°8

Le dendrogramme ci-dessous (figure 71) présente la classe N°8, dans laquelle se placent les trois conceptions AV1, AV3, AV2' avec 8 images de précédents N° 77, 63, 85, 90, 57, 100, 82et 93.

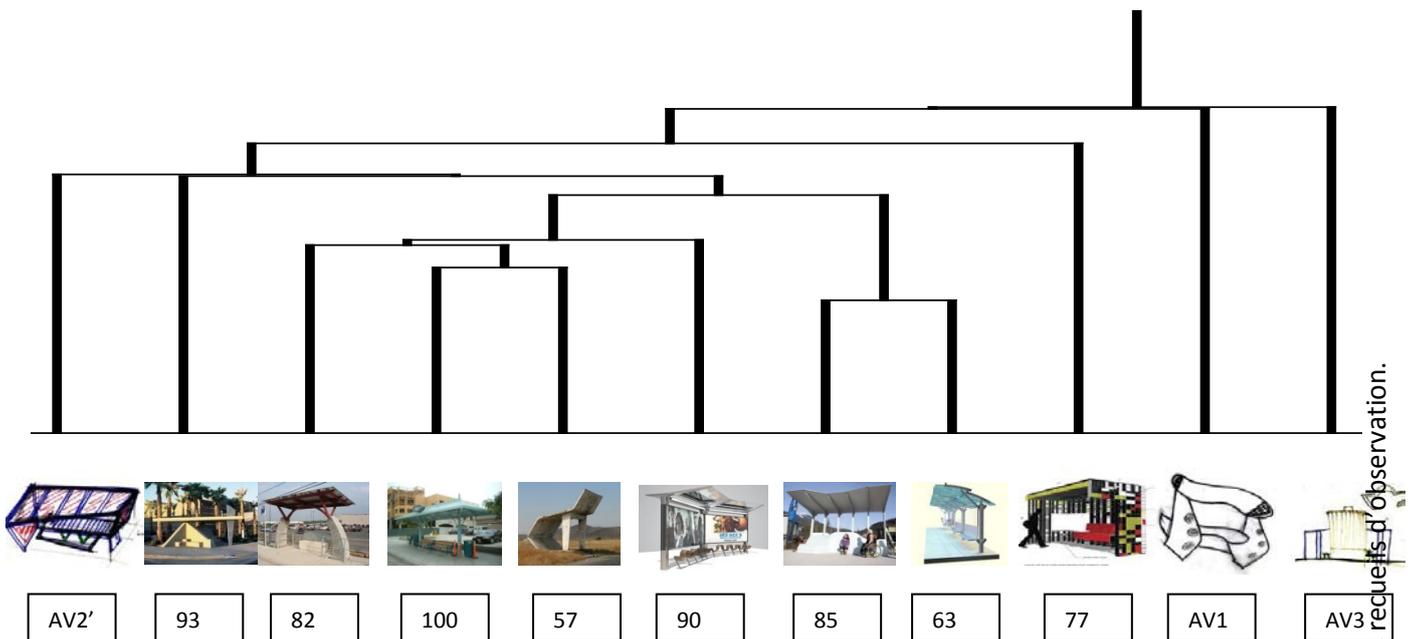


Figure 71: Extrait du dendrogramme de la structure morphologique N°1 pour la classe N°8, illustré par les numéros et les images.

La seule observation visuelle du dendrogramme illustré par les images ci-dessus, ne révèle aucune similitude entre ces dernières. Mais le retour au tableau de description permet

d'identifier des points communs. La filiation structurelle de la conception AV1 est identique à celle de la conception AV3, elle se fait par les segments : A, B, C, F et D. (tableau 56 suivant et la figure 72).

		Les segments :						
		A	B	C	D	E	F	G
La classes N°8	AV2'	1	1	1	0	0	1	0
	93	1	0	0	1	0	1	1
	82	1	0	0	0	0	1	1
	100	1	0	0	0	0	0	1
	57	1	0	0	1	1	0	0
	90	1	0	0	1	0	1	0
	85	1	0	0	1	0	1	0
	63	0	0	0	1	0	1	0
	77	1	1	1	1	0	1	0
	AV1	1	1	1	1	0	1	0
	AV3	1	1	1	1	0	1	0

Tableau 56: Les segments du sous-système morphique N° 1, présents dans la classe d'images N°8 (la couleur bleu indique les segments et les images qui informent sur la filiation de AV2' AV1 et AV3).

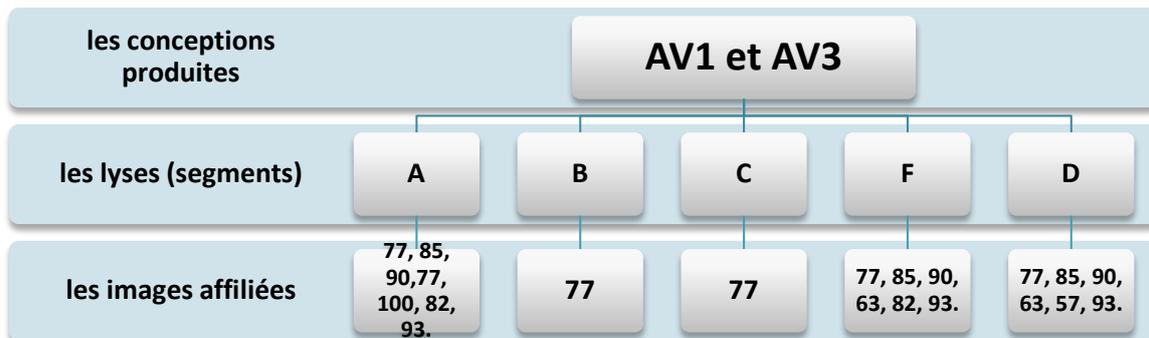


Figure 72: Les filiations structurelles des conceptions AV1 et AV3.

Quant à la filiation structurelle de AV2', elle appartient à la même classe, mais elle se distingue par l'absence de la filiation par le segment D (tableau 56 précédent). Elle est présentée par la figure 73 ci-dessous.

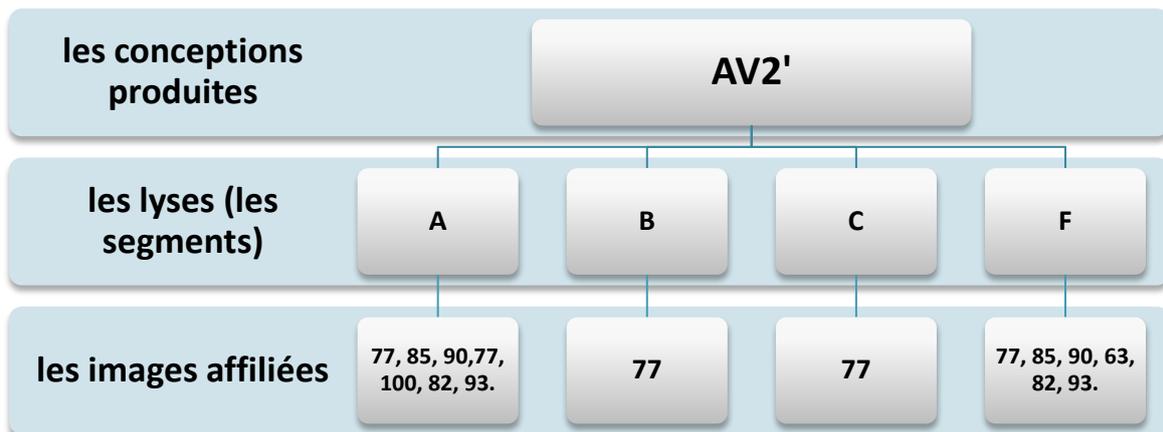


Figure 73: Les filiations structurelles de la conception AV2'.

Ce qui lie la conception aux images de précédents, présentes dans cette classe, est l'absence de forme commune ou, autrement dit, la différence des formes du même segment.

la structure morphique N° 4

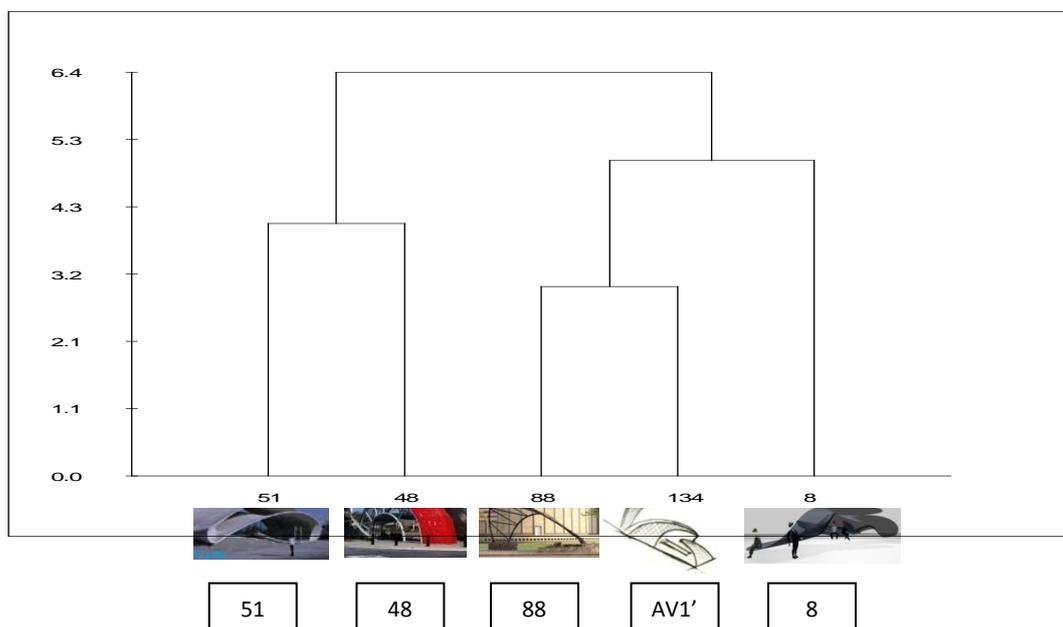


Figure 74: Dendrogramme de la structure morphique N°4.

Le dendrogramme (figure 74) présente la répartition des images qui appartiennent à la structure morphique N°4 et qui sont N° 51, 48, 88 et 8. AV1' est affiliée aux images de la structure morphique N°4 par les deux segments F et K (tableau 57 et figure 75).

		Les segments :			
		D	E	F	K
Le sous-système morphique N°4	AV1'	0	0	1	1
	8	1	0	1	1
	48	1	1	0	1
	88	0	0	0	1
	51	1	1	0	1

Tableau 57: Les segments du sous-système morphique N° 4 (la couleur bleu indique les segments et les images qui informent sur la filiation de AV1').

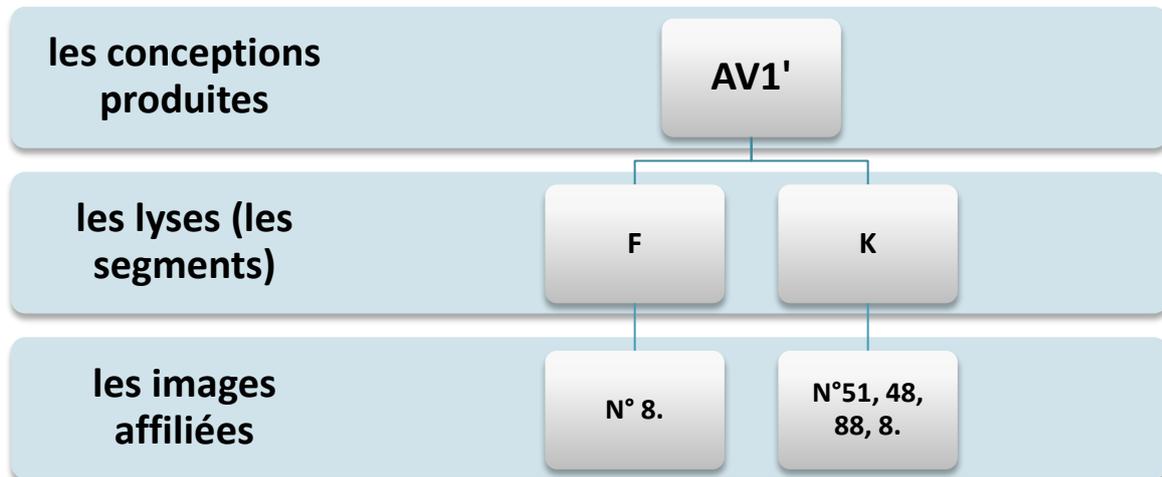
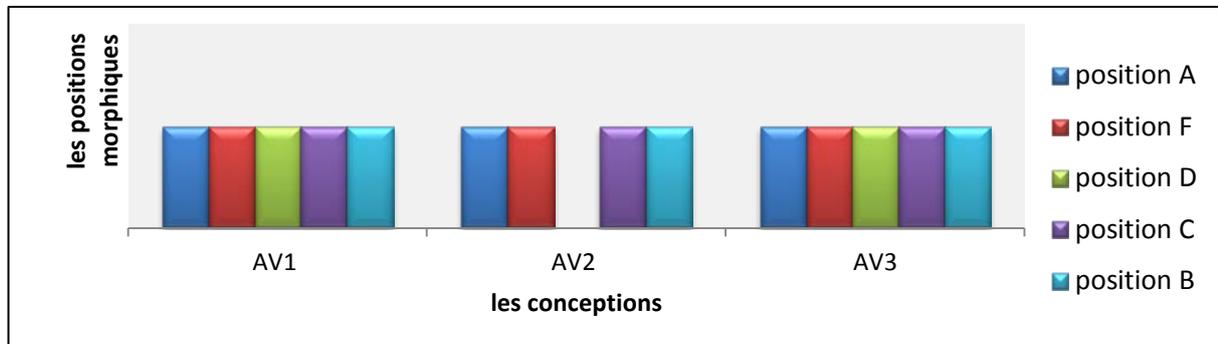


Figure 75: Filiations structurelles de la conception AV1'.

La figure 75, indique que, la filiation structurelle morphique de la conception AV1' à la structure morphique N°4, est relative à la présence du segment K dans tous les spécimens.

Les filiations morphiques structurelles étant définies, on procède à la comparaison des conceptions produites. Une première comparaison des premières conceptions produites (AV1, AV2 et AV3), indique qu'elles s'inscrivent toutes dans la structure morphique dominante ou fréquente. Toutes ces conceptions ont des filiations morphiques structurelles avec les images de la structure morphique N°1.

Par ailleurs, le graphe 53 ci-dessus, montre que les premières conceptions produites partagent les segments A, B, C et F. Ces filiations structurelles décelées indiquent une persistance des quatre segments pour l'ensemble des premières idées produites ou ce qu'on pourrait appeler une filiation structurelle presque complète.



Graphe 53: Les filiations structurelles des conceptions AV1, AV2 et AV3.

B) La filiation plastique

La filiation plastique se définit par les conformations des segments partagés entre les images de précédents et les conceptions produites. Cette filiation est déterminée par le retour aux données internes à la forme.

Filiation plastique de AV2

Les conformations que (AV2) partage avec les images de précédents, sont présentées dans le tableau 58 ci-dessous.

Segment :	A	B	C				D	F	G			
Conformation:	A1	B1	B2	B52	C1	C5	C14	C52	D1	D63	F1	G35
La classe N° 6	AV2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1
	2	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0
	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0
	14	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0
	92	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	52	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0
	27	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0
	16	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0
	19	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0

Tableau 58: Les filiations plastiques de la conception AV2.

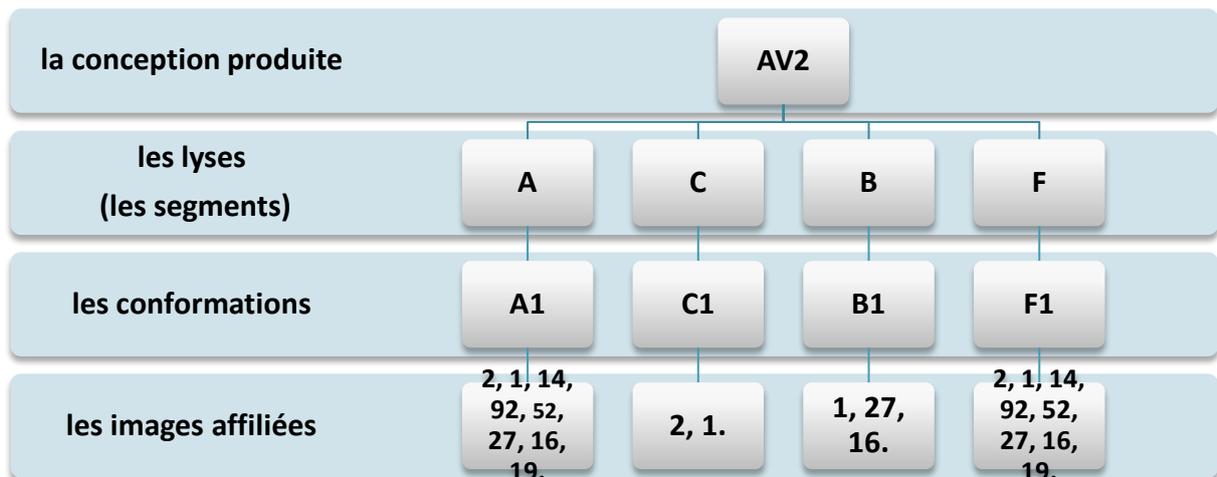


Figure 76: les filiations plastiques de la conception AV2.

Les conformations de segments A1, C1, B1 et F1 indiquent l'existence de filiation formelle (plastique) de la conception AV2 aux images de la classe N°6. Les filiations plastiques sont présentées relativement aux images affiliées, dans la figure 76 ci-dessus

Les segments et leurs conformations sont présentés sur le tableau 59 suivant.

N° des images	Code segment	Conformation
2, 1, 14, 92, 52, 27, 16 et 19	A1	
2, 1, 14, 92, 52, 27, 16 et 19	F1	
1, 27, 16	B1	
2, 1	C1	

Tableau 59: Les conformations de segments affiliés plastiquement à la conception AV2.

Seule la conception AV2 a des conformations de segments en communs avec les images de précédents. C'est-à-dire une seule conception sur trois imite les images de précédents sur le plan morphique.

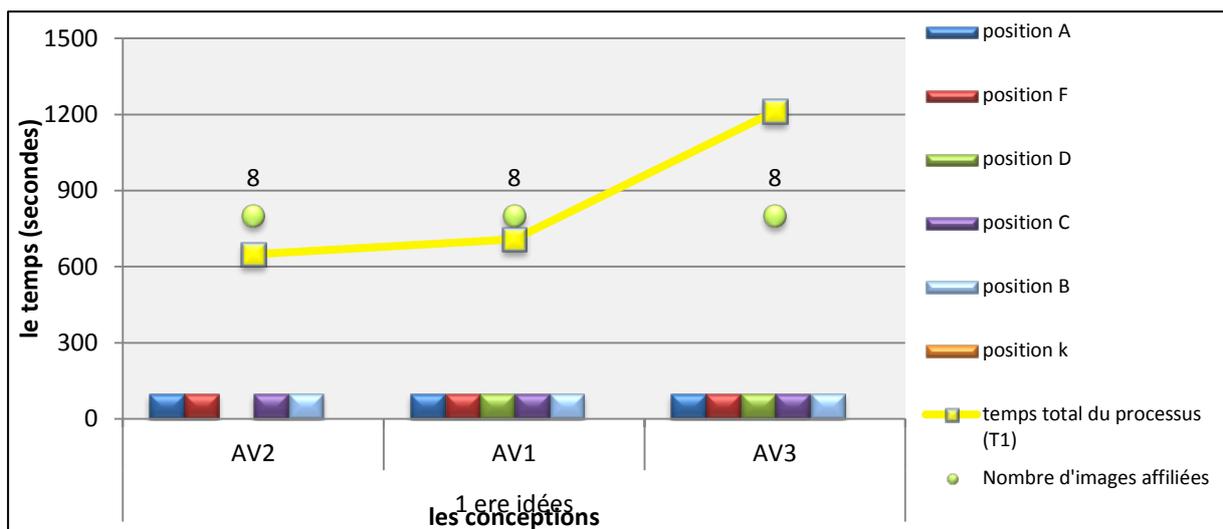
II-II-II-III-Filiation morphique et temporalité de la genèse de l'idée

Dans le but de comprendre si les filiations morphiques identifiées entretiennent une relation quelconque avec les temporalités du processus de genèse de l'idée, nous avons confronté les différentes filiations morphiques aux paramètres de temps, préalablement étudiés.

A) Filiations morphiques structurelles et temporalité de la genèse de l'idée

a) le temps total de genèse de l'idée (T1)

L'ensemble des conceptions (AV1), (AV2) et (AV3) appartiennent au même sous système morphique, avec un même nombre d'images structurellement affiliées (graphe 54), mais avec des temps totaux du processus (T1) différents. Le graphe 54, présente cette différence des temps selon la filiation structurelle des trois conceptions (AV1), (AV2) et (AV3).

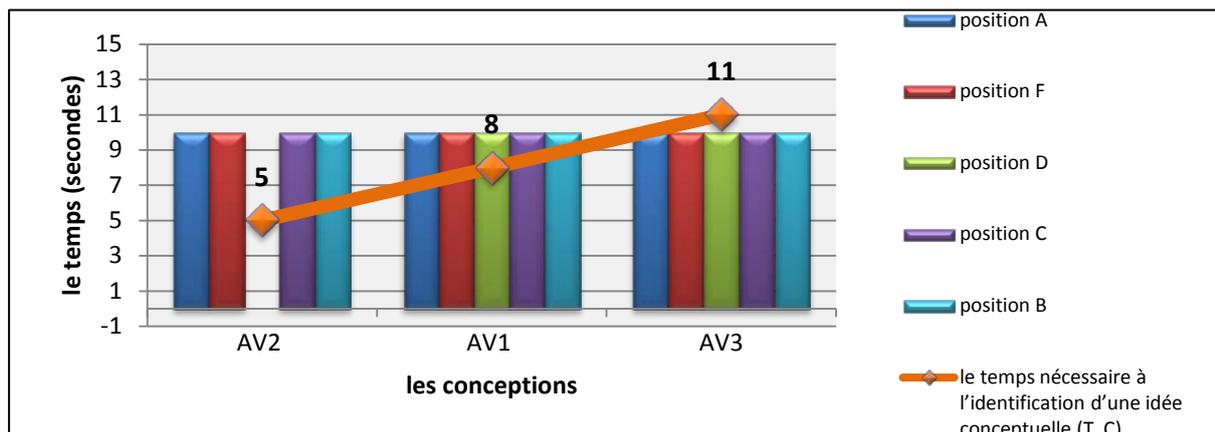


Graphe 54: Les filiations structurelles des conceptions (AV1), (AV2) et (AV3), confrontées au nombre d'images affiliées et au temps total du processus (T1).

Le coefficient de corrélation entre le temps total du processus (T1) et le nombre de positions structurelles de filiation de chacune des conceptions, égal à 0,58, révèle une corrélation moyenne entre les deux paramètres. Il n'explique pas complètement le ralentissement du temps du processus et suggère une vérification ultérieure.

b- le temps consommé avant l'identification de l'idée conceptuelle (TC)

Le graphe 55 suivant, montre que la conception (AV2), qui a moins de filiations structurelles, consomme moins de temps pour l'identification de l'idée conceptuelle. Contrairement aux conceptions (AV1) et (AV3) qui consomment plus de temps et ont plus de filiations structurelles.



Graph 55 : Les filiations structurelles morphiques des conceptions (AV1), (AV2) et (AV3), classées selon le temps nécessaire à l'émergence de l'idée conceptuelle (TC).

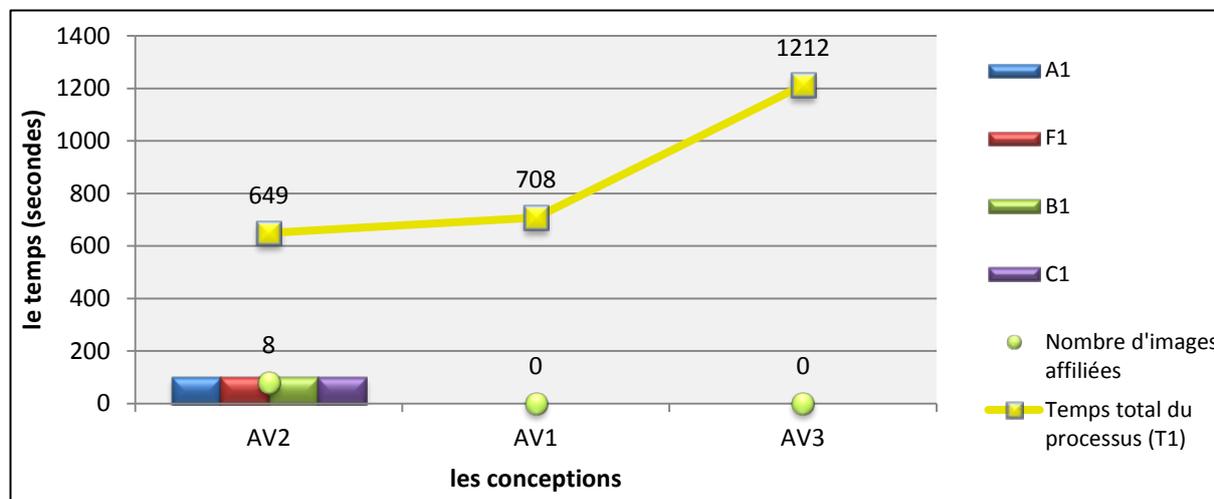
Le coefficient de corrélation, égal à 0,86, révèle une forte corrélation entre le temps consommé avant l'identification de l'idée conceptuelle (TC) et le nombre de filiations structurelles de chacune des conceptions produites. Ceci indique que le temps nécessaire à l'émergence d'une idée conceptuelle (TC) augmente proportionnellement au nombre des positions de filiation morphique structurelle. Ce fait montre que l'identification d'une idée conceptuelle devient plus difficile quand le sujet concevant opère une fixation sur la structure morphique d'une ou plusieurs images de précédents.

B) Filiation morphique plastique et temporalité de genèse de l'idée

a) le temps total de genèse de l'idée (T1)

Le graphe 56, classe les filiations morphiques plastiques des trois conceptions (AV1), (AV2) et (AV3), selon le temps total du processus (T1). La filiation plastique de la conception (AV2)

accélère le processus de genèse de l'idée (T1) par rapport aux autres conceptions qui n'ont pas de filiations plastiques (graphe 56). Le processus (AV2) indique que la filiation plastique raccourcit le temps total de genèse de l'idée, par reproduction des formes visualisées.



Graphe 56: les filiations plastiques et le nombre d'images affiliées à (AV1), (AV2) et (AV3), classés selon le temps total du processus (T1).

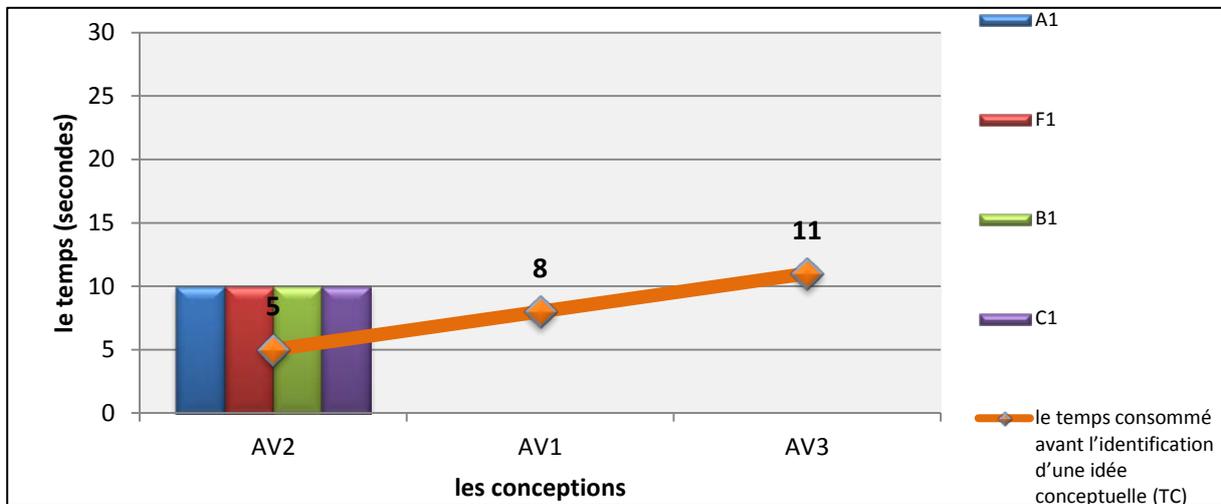
La visualisation d'images de précédents ne réduit le temps total du processus que s'il y a filiation morphique plastique ou reproduction de certaines caractéristiques morphologiques de l'objet visualisé.

Le coefficient de corrélation entre le temps total du processus de genèse de l'idée (T1) et le nombre total d'images affiliées à chacune des conceptions (AV1), (AV2) et (AV3), égal à $-0,58$, confirme partiellement le résultat. Il montre une corrélation moyenne opposée des deux paramètres et suggère une piste future à vérifier par élargissement du corpus.

b- le temps consommé avant l'identification de l'idée conceptuelle (TC)

Le graphe 57 ci-dessous, complète le graphe précédent. Il montre que l'augmentation du temps nécessaire à l'émergence d'une idée conceptuelle (TC), correspond à l'absence de filiation plastique. Le coefficient de corrélation entre le temps consommé avant l'identification d'une idée conceptuelle (TC) et le nombre de positions de filiation plastique, égal à $-0,86$, montre que l'existence de filiations morphiques plastiques, réduit

potentiellement le processus de genèse de l'idée (T1), et diminue significativement le temps nécessaire à l'émergence de l'idée conceptuelle (TC).



Graph 57: Les filiations morphiques plastiques des conceptions (AV1), (AV2) et (AV3), classées selon le temps nécessaire à l'identification de l'idée conceptuelle (TC).

La visualisation d'images de précédents

suscite la filiation morphique qui se divise en

filiation morphique structurelle

filiation morphique plastique

elle obéit à la structure morphique dominante

existe dans une seule conception (une fois sur trois)

retard d'émergence d'une idée conceptuelle (TC)

réduit le temps total du processus (T1) et le temps consommé avant l'identification de l'idée conceptuelle (TC)

Figure 77: Modalité morphique de filiation, due à la visualisation d'images de précédents.

On conclue donc que la visualisation d'images de précédents suscite une filiation morphique des conceptions produites aux images de précédents visualisées. Celle-ci se divise en deux niveaux: un niveau structurel et un niveau plastique. La filiation morphique structurelle relie toutes les premières conceptions produites et la majorité des images de précédents à la même structure morphique. Un nombre élevé des positions de filiation morphique structurelle, provoque un retard dans l'émergence de l'idée conceptuelle.

Par ailleurs, la filiation morphique plastique indique, là où elle existe, une reproduction des formes visualisées, dans la conception produite. La filiation morphique plastique réduit le temps total du processus (T1) et le temps consommé avant l'identification de l'idée conceptuelle (TC).

II-II-III- Déterminer la relation entre les deux modalités de filiations

Cette partie du travail présente les relations constatées entre les deux modalités de filiation existantes. Elles constituent des résultats primaires qui donnent à penser qu'une forme d'influence relierait les deux modalités précitées.

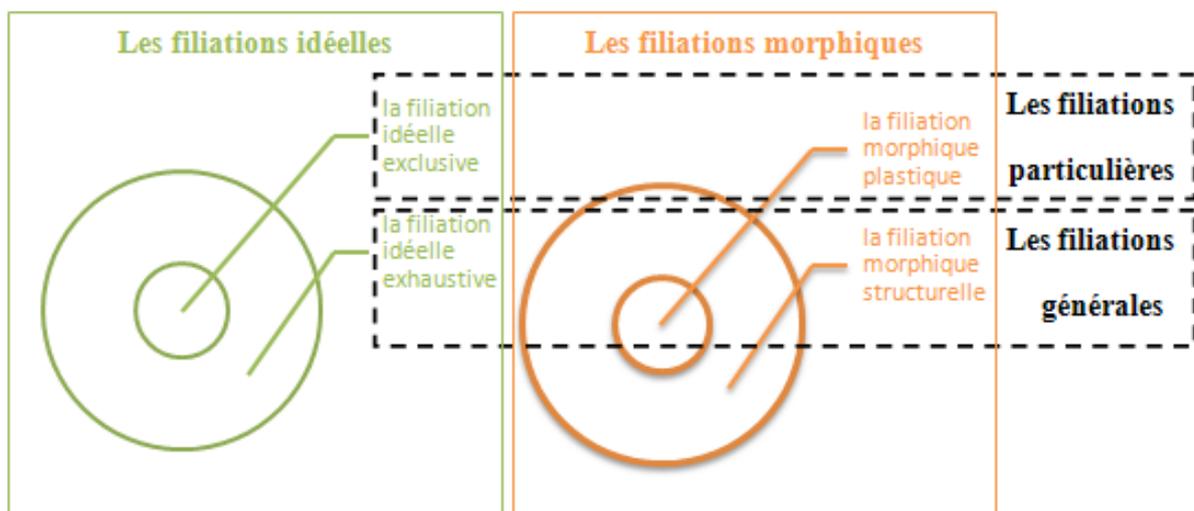


Figure 78: les deux niveaux de filiations pour chaque modalité de filiation.

Ces deux modalités de filiation se composent, chacune de deux niveaux : un niveau général et un niveau particulier (figure 78).

A ce stade, on cherche à comprendre la relation qui peut exister entre les deux modalités de filiation idéale et morphique vues ci-dessus. On compare ainsi les images affiliées idéellement aux conceptions produites et les images affiliées morphiquement à ces dernières. Le tableau 60 ci-dessous, superpose toutes les images affiliées à chaque conception produite dans une même colonne, en prenant en considération la nature de la filiation.

		Les conceptions produites				
		AV1	AV2	AV3	AV1'	AV2'
Filiation idéale	Classe idéale:	Classe 6	Classe7	Classe 7	Classe 6	Classe8
	Filiation exhaustive	72, 68, 44, 118,129.	116, 86, 59, 48, 47, 45, 11, 25, 17, 64, 39, 20, 110.	116, 86, 59, 48, 47, 45, 11, 25, 17, 64, 39, 20, 110.	72, 68, 44, 118, 129.	32, 57, 70, 97, 91, 16, 23, 46, 7, 37, 62, 82, 50, 4.
	Filiation exclusive	118, 72, 68, 44, 129.	116, 86, 59.	116, 48, 47, 45, 11, 25, 64, 39, 20, 110, 86, 59, 17.	118, 72, 68, 44, 129.	23.
Filiation morphique	Classe morphique :	Classe S1 8	Classe S1 6	Classe S1 8	Classe S4	Classe S1 8
	Filiation structurelle	77, 85, 90, 57, 100, 82, 93, 63.	1, 2, 14, 92, 52, 27, 16, 19.	77, 85, 90, 57, 100, 82, 93, 63.	51, 84, 88, 8.	77, 85, 90, 57, 100, 82, 93, 63.
	Filiation plastique	/	2, 1, 14, 92, 52, 27, 16, 19.	/	/	/

Tableau 60: Les images affiliées idéellement et morphiquement à chacune des conceptions produites par le groupe de conception avec visualisation.

La superposition des images affiliées par les deux types de filiation (tableau 60), indique que l'existence d'une filiation idéale à une image donnée de précédents, n'entraîne pas forcément une filiation morphique à cette même image. La visualisation d'images de précédents suscite donc des filiations idéelles et morphiques qui se font indépendamment les unes des autres.

Notre comparaison de la relation entre les deux filiations, se prolonge aux classes d'images qui comportent les deux modalités de filiations. La figure 79 ci-dessous, montre que la conception (AV3) constitue un pont entre la classe de filiations idéelles de (AV2) et celle morphiques de (AV1).

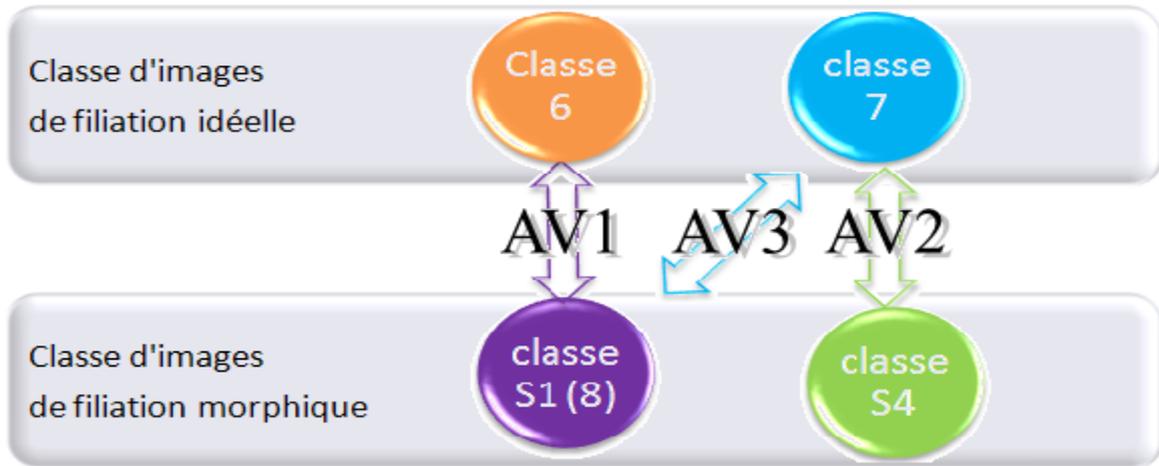
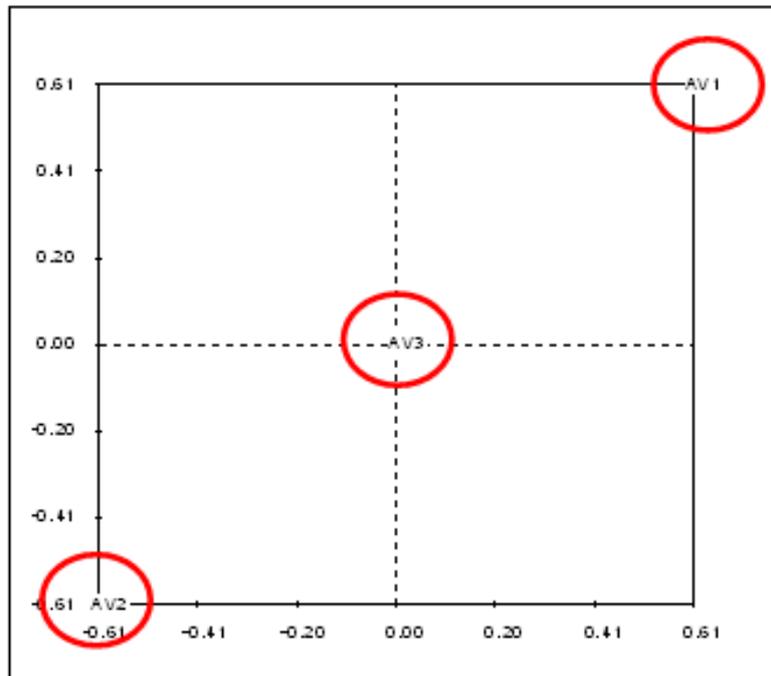


Figure 79: Appartenance de chacune des conceptions produites aux classes de filiation idéale et morphique.

Puisque ces conceptions appartiennent à différents sujets concevants, nous avons appliqué l'analyse factorielle en composantes principales aux classes de filiations idéelles et morphiques des conceptions AV1, AV2 et AV3.

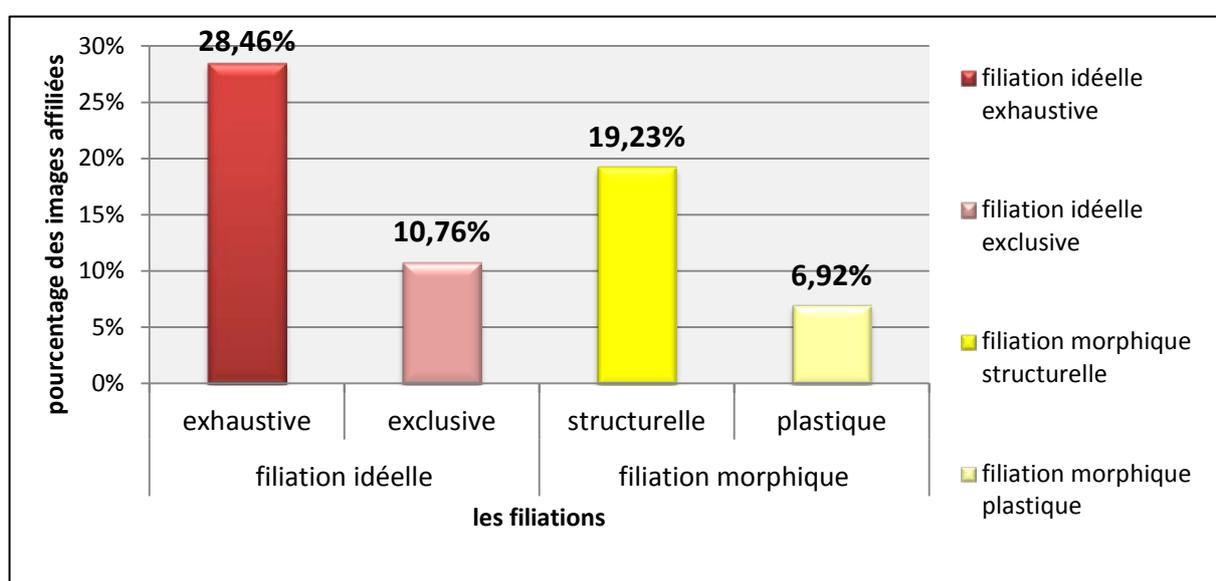


Graphe 58: Analyse factorielle des classes de filiations idéelles et morphiques des conceptions AV1, AV2 et AV3.

Le graphe 58 ci-dessus oppose la conception AV2 à la conception AV1 et situe la conception AV3 entre les deux. Ceci confirme que la conception AV3 constitue un pont qui relie les

classes de filiations des conceptions AV1 et AV2. Sans le pont créé par la conception AV3, les classes de filiations des conceptions AV1 et AV2 seraient totalement indépendantes. La visualisation des mêmes images de précédents peut susciter, chez des sujet concevants différents, des filiations idéelles et morphiques interconnectées.

Notre comparaison des deux filiations touche également au nombre d'images affiliées dans chaque niveau de filiation de chacune des modalités. Le graphe 59 suivant, donne le taux des images affiliées aux conceptions produites, par le groupe de conception avec visualisation, selon les différentes modalités de filiations.

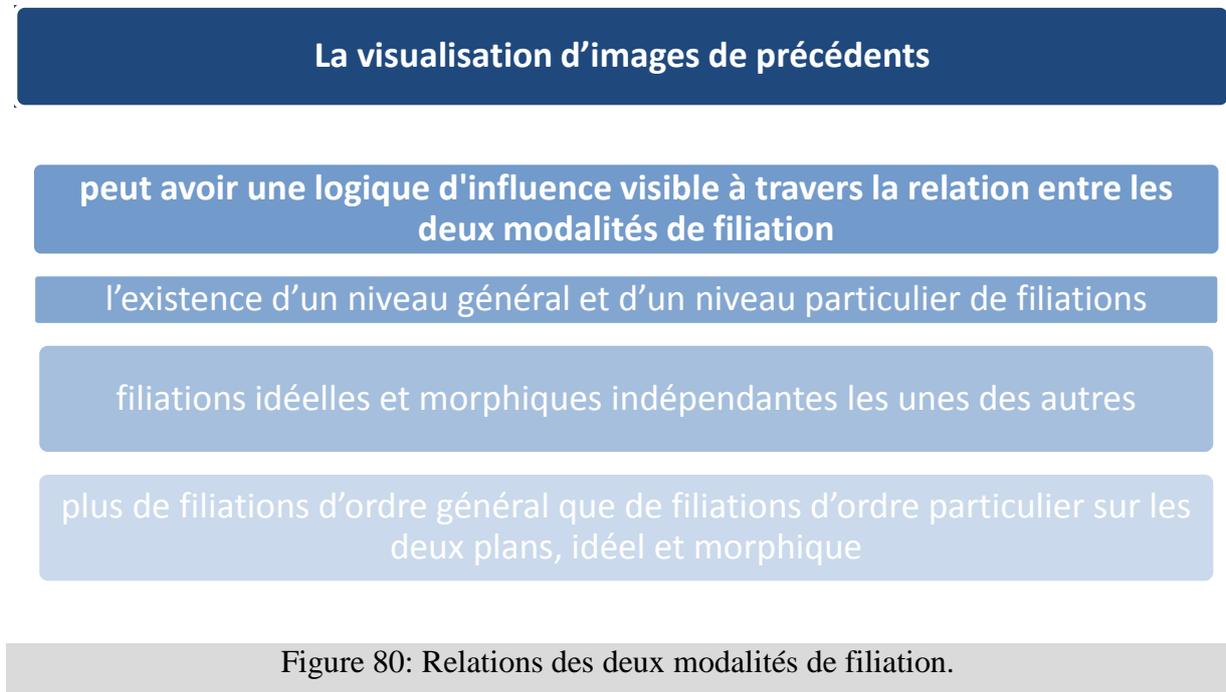


Graphe 59: Le pourcentage des images affiliées aux conceptions produites AV1, AV2 et AV3, selon les deux niveaux des deux modalités de filiation idéelle et morphique.

Le pourcentage des filiations particulières (la filiation idéelle exclusive ou la filiation morphique plastique) est inférieur à celui des filiations générales (la filiation idéelle exhaustive et la filiation morphique structurelle) et ce pour les deux modalités de filiation tel que l'indique le graphe 59 ci-dessus. La visualisation d'images de précédents provoque ainsi plus de filiations d'ordre général que de filiations d'ordre particulier et ce sur les deux plans, idéal et morphique.

Par ailleurs, le graphe 59 montre que, la visualisation d'images favorise la filiation idéelle, à la fois sur le niveau général et sur le niveau particulier. Cette différence quantitative qui met

en avant l'aspect idéal des filiations, accentue l'importance de la part sémique du travail de conception, en plus de sa primauté d'apparition dans le travail de genèse de l'idée (graphe 36).



La visualisation d'images de précédents suscite des filiations idéelles et morphiques qui se font indépendamment les unes des autres. La filiation semble opérer selon une logique qui va du macro au micro, en mobilisant plus de filiations d'ordre général que de filiations d'ordre particulier et ce sur les deux plans idéal et morphique. Elle est plus sémique que morphique, car elle sollicite plus la filiation idéelle à la fois sur le niveau général et sur le niveau particulier.

III- Mesure de la relation entre la visualisation d'images de précédents et l'originalité des conceptions produites

En vue de comprendre la relation entre la visualisation d'images de précédents et l'originalité des conceptions produites, on a établi une comparaison de l'originalité des conceptions issues des deux groupes de conceptions. Cette partie de l'analyse se compose de quatre étapes présentées dans la figure 81 suivante.

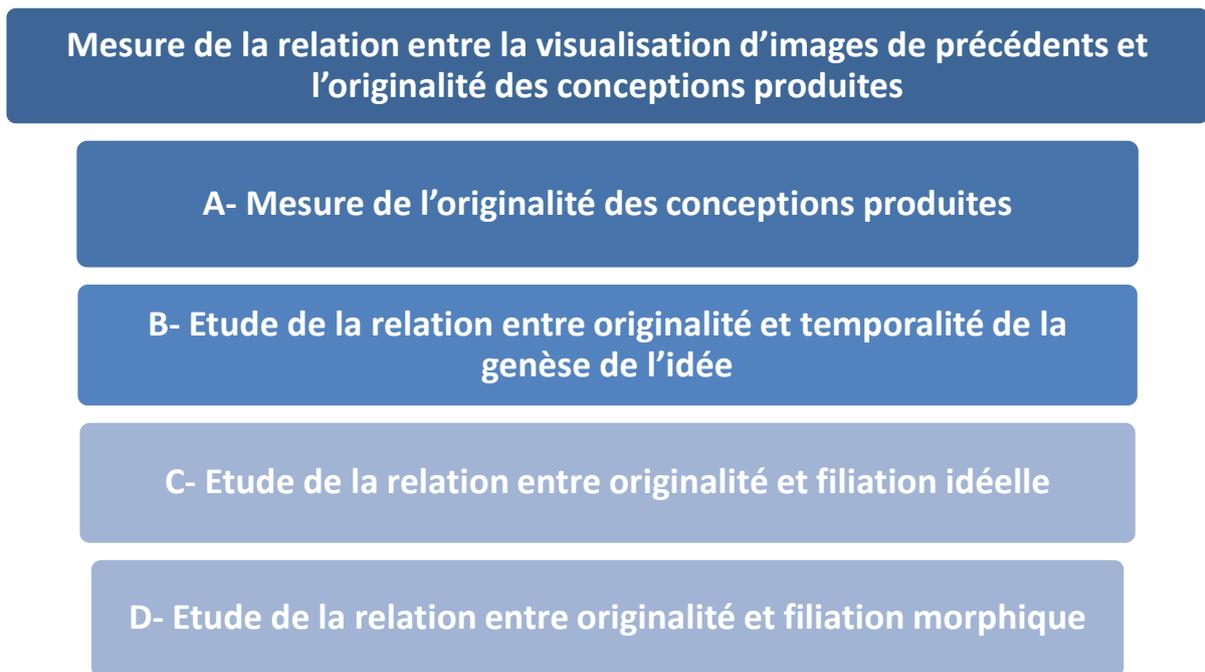


Figure 81: Les étapes de mesure de la relation entre la visualisation d'images de précédents et l'originalité des conceptions produites.

L'originalité est définie comme l'un des aspects de la créativité, elle est souvent associée à la commodité pour mesurer la créativité (Goldshmidt & Smolkov, 2006, Finke, 1990, M. Runco & R. Charles, 1993, Casakin & Goldschmidt 2000). L'originalité est mesurée par le biais d'un classement effectué par un jury qui se trouve être le jury N°2, préalablement formé (page, 131).

1) Classement des productions graphiques selon leur originalité

Les productions graphiques qui correspondent à une seule conception, produite par chaque sujet concevant, sont regroupées sur une même planche et associées à un code. L'ensemble des huit planches constitue le document modèle utilisé comme support de l'évaluation, ici entreprise (annexe N°22).

Les productions graphiques présentées dans le document modèle sont soumises au classement, selon le critère d'originalité, par le jury N°2, qui les classe de la plus originale à la

moins originale. Les cinq classements obtenus, sont transcrits sur le tableau 61 suivant, ce dernier présent les productions graphiques classées de 1 jusqu'à 8, selon les cinq membres de jury.

Les conceptions produites	Le jury				
	1 ^{er} membre	2 ^{eme} membre	3 ^{eme} membre	4 ^{eme} membre	5 ^{eme} membre
AV1	2	3	2	2	1
AV2	5	4	4	6	5
AV3	4	5	5	3	4
AV1'	1	1	3	1	2
AV2'	3	2	1	4	3
SV1	8	7	7	8	8
SV2	7	8	6	5	6
SV3	6	6	8	7	7

Tableau 61: Le classement des différentes productions graphiques selon les cinq membres du jury N°2.

a. L'analyse de préférence

En utilisant le logiciel WAD (Tounissoux, 2002) on a effectué une analyse de préférence par la régression d'opinions à partir du tableau 61 ci-dessus. L'ordre de classement qui en résulte est présenté par le tableau 62 suivant. Le taux d'accord d'opinions agrégée est de 0,9 et le taux d'accords par juge (membre de jury) est de 0.750 pour le juge 1, 0.857 pour le juge 2, 0.750 pour le juge 3, 0.643 pour le juge 4, 0.679 pour le juge 5. Le classement obtenu est mentionné optimale selon l'analyse effectuée.

Classement	1	2	3	4	5	6	7	8
Production graphique	AV1'	AV1	AV2'	AV3	AV2	SV2	SV3	SV1

Tableau 62: Le classement final de l'originalité de l'ensemble des conceptions produites, obtenu par WAD.

Le classement final obtenu (tableau 62), positionne les productions issues de la situation de visualisation en tête de liste. Le positionnement des deux recueils SV1 et AV2, analysés dans la partie I de ce chapitre, est coloré en jaune. La conception (AV2) est plus originale que la conception (SV1). Ceci implique que la visualisation d'images de précédents entraîne une augmentation de l'originalité des idées produites.

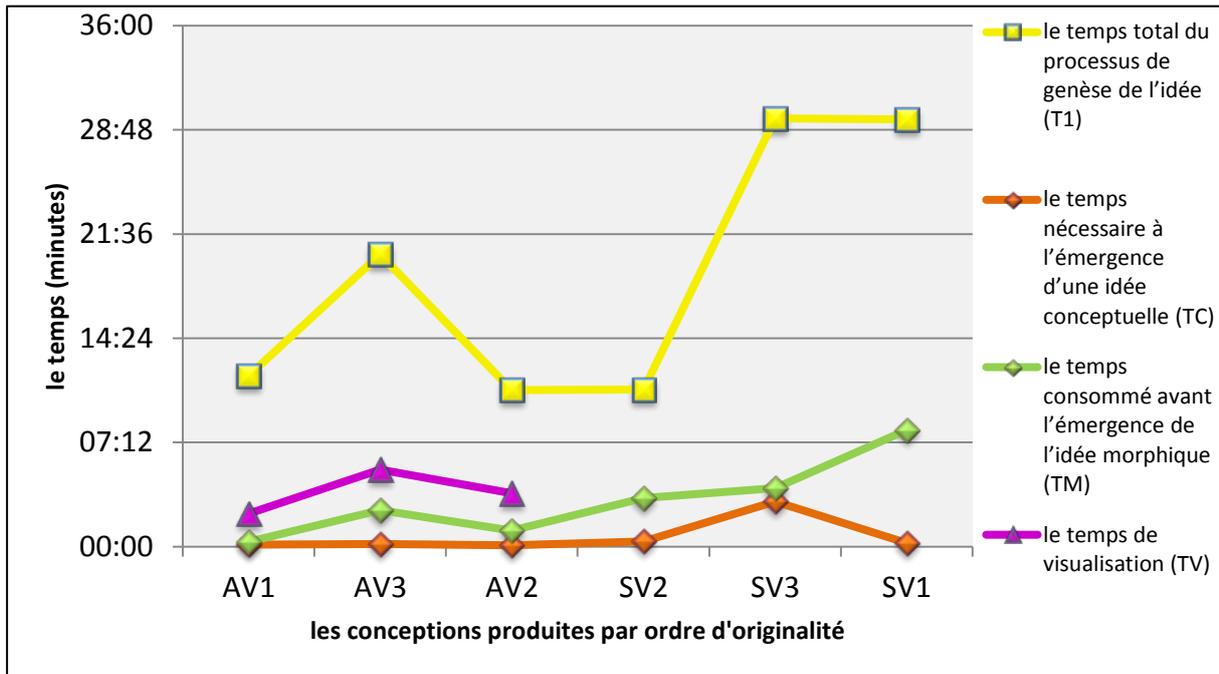
Quand on associe les conceptions produites aux sujets concevants, on trouve que les deux productions graphiques les mieux classées (AV1 et AV1') appartiennent au même sujet A1. Ceci suggère une différence d'exploitation de la visualisation par les différents sujets. Ceci suggère une différence dans l'assimilation des exemples qui peut constituer une piste de recherche future.

2) Originalité et temporalité de genèse de l'idée

Dans le but de comprendre si la temporalité du processus de genèse de l'idée influe sur l'originalité des conceptions produites, on a utilisé le classement des conceptions produites selon l'originalité comme ordre de représentation des durées de temps relatives à la genèse de l'idée, précédemment étudiées. Il s'agit du temps total du processus de genèse de l'idée (T1), du temps de visualisation (TV), des temps nécessaires à l'émergence d'une idée conceptuelle (T C) et d'une idée morphique (T M) (graphe 60).

Les trois idées les plus originales correspondent aux durées de recherche d'idées conceptuelles et morphiques les plus courtes. Par contre, la courbe du temps total du processus de genèse de l'idée (T1), ne se développe pas relativement à l'originalité des conceptions produites. Cependant, en comparant les conceptions (AV1), (AV2) et (AV3) aux conceptions (SV1), (SV2) et (SV3), sur le graphe 64 ci-dessus, il s'avère que la genèse de ces dernières est plus longue sur les trois plans T1, TC et TM.

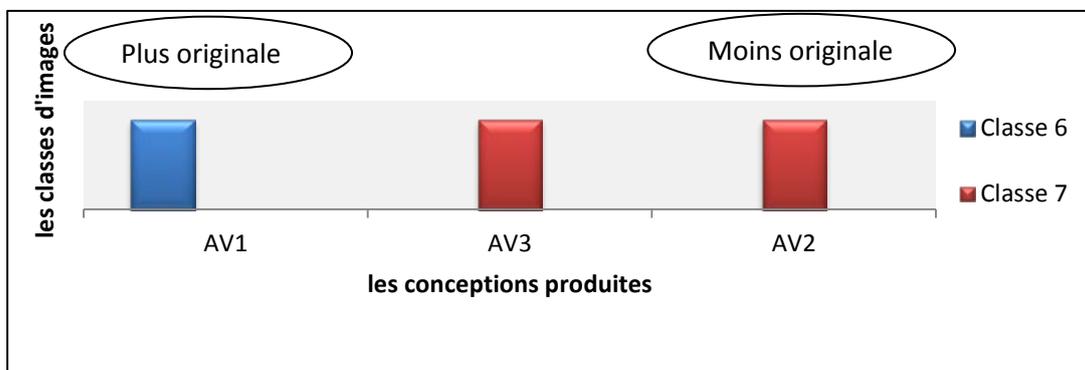
Il est de ce fait possible de dire que le passage rapide de l'idée conceptuelle à une idée morphique, suivi d'un achèvement rapide du processus de genèse de l'idée, promeut l'originalité des conceptions produites. Autrement dit, la concrétisation rapide des idées conceptuelles et morphiques, due à la visualisation d'images de précédents, augmente l'originalité des conceptions produites.



Graph 60: Le temps total du processus de genèse de l'idée (T1), le temps de visualisation (TV), le temps nécessaire à l'émergence d'une idée conceptuelle (T C) et le temps nécessaire à l'émergence d'une idée morphique (T M), classés selon l'originalité des conceptions produites.

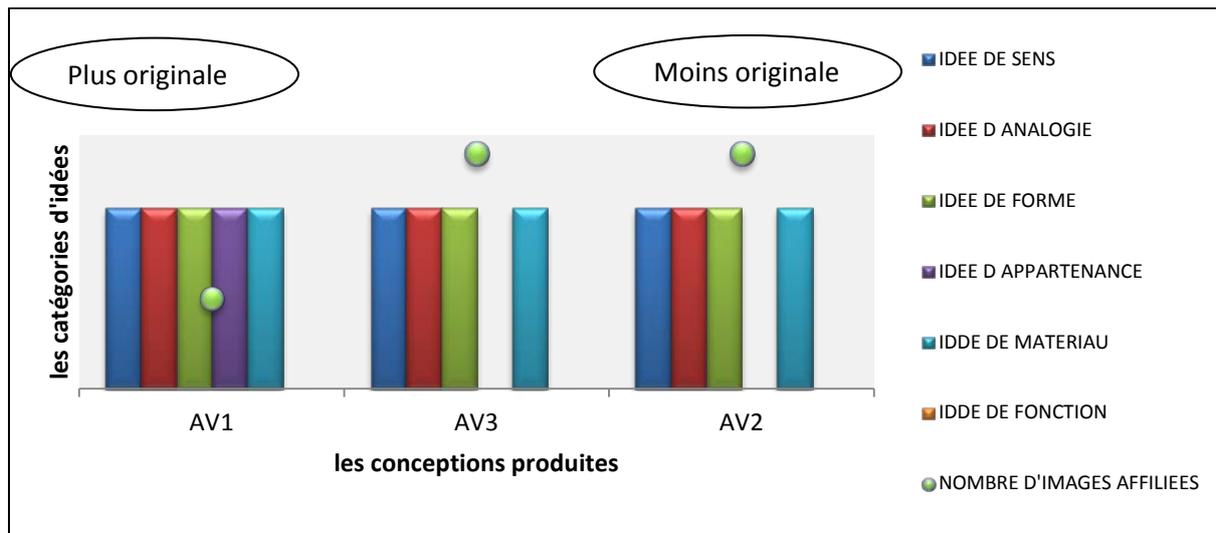
3) Originalité et filiations idéelles

Afin de comprendre s'il existe un rapport entre la filiation idéelle et l'originalité des conceptions produites, nous avons comparé les classes de filiation idéelle, classées selon l'originalité des conceptions produites dans le graph 61 suivant.



Graph 61: Les classes de filiation idéelle des conceptions AV1, AV2 et AV3, classées selon l'originalité de ces dernières.

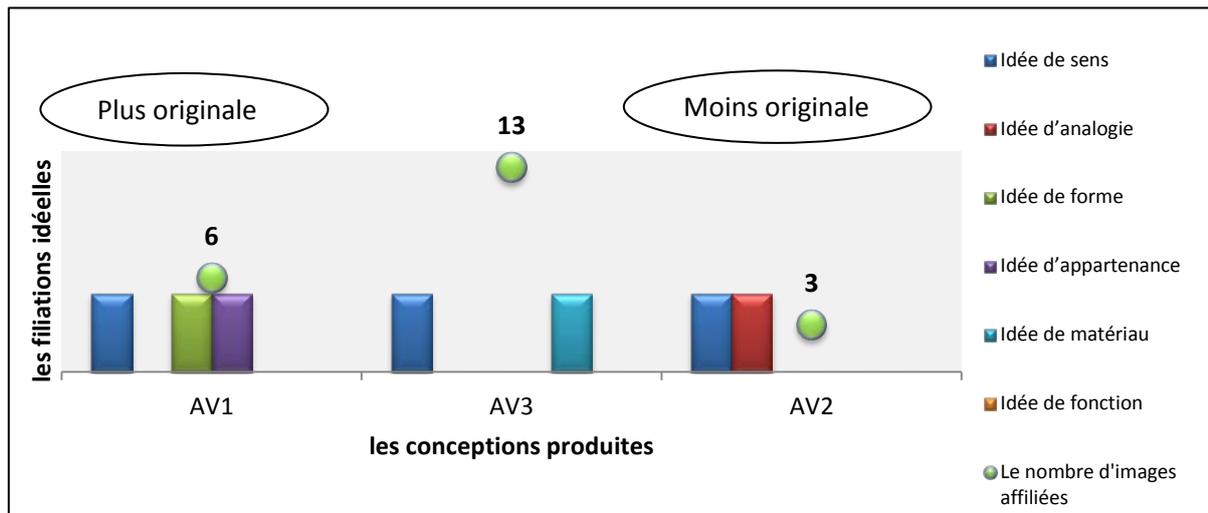
Ce classement suggère que la visualisation des images de précédents qui appartiennent à la classe idéale N°6, entraîne des conceptions plus originales que la visualisation d'images issues de la classe N°7, et même, plus originales que celles qui sont issues de la visualisation des images de toutes les autres classes. Ceci constitue une piste à vérifier par l'élargissement du corpus et l'organisation d'autres travaux expérimentaux.



Graph 62: Les filiations idéelles exhaustives et le nombre d'images affiliées aux conceptions (AV1), (AV2) et (AV3), classées selon leur originalité.

En vue d'étudier la relation entre filiations idéelles et originalité, nous confrontons les filiations idéelles exhaustives des conceptions produites, à leurs degrés d'originalité respectifs. Le graphe 62, montre que la conception la plus originale (AV1) se distingue par une filiation idéelle exhaustive plus diverse et par moins d'images affiliées. Le coefficient de corrélation entre le classement des conceptions (AV1, AV2 et AV3) et les nombres de filiation idéelle exhaustive, égale à -0,86, montre que la diversité des filiations idéelles augmente l'originalité de la conception produite.

Ce résultat est complété par, l'examen des filiations idéelles exclusives et du nombre d'images affiliées aux différentes conceptions produites, ramenés au classement de leurs degrés d'originalité (graphe 63 ci-dessous).



Graph 63: Les filiations idéelles exclusives et le nombre d'images affiliées aux conceptions AV1, AV2 et AV3, classées selon leur originalité.

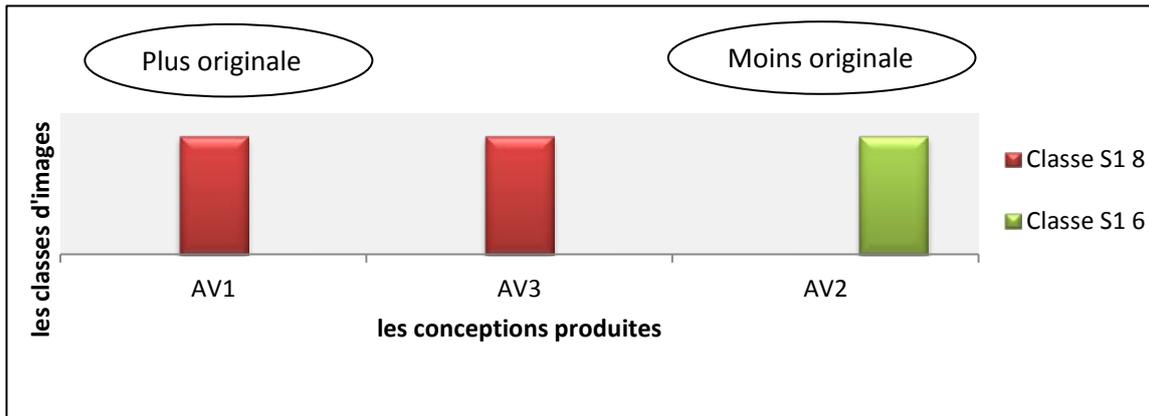
Le graphe 63, indique que la conception (AV1), se distingue également par plus de diversité dans la filiation idéelle exclusive (trois catégories d'idées) et par la présence de catégories d'idées particulières (idée de forme et idée d'appartenance). Le coefficient de corrélation entre le degré d'originalité et le nombre de filiations idéelles exclusives, égale à $-0,86$, confirme que la diversité des filiations idéelles augmente l'originalité.

Par ailleurs, le nombre d'images de précédents, affiliées aux conceptions produites par des idées exclusives, ne suggère aucune relation intelligible avec l'originalité des conceptions produites.

La diversité des filiations idéelles, due à la visualisation d'images de précédents, augmente d'avantage l'originalité de la conception produite. Cependant ce résultat, nécessite l'élargissement du corpus pour déterminer de façon précise les combinaisons d'idées les plus bénéfiques à l'originalité.

4) Originalité et filiations morphiques

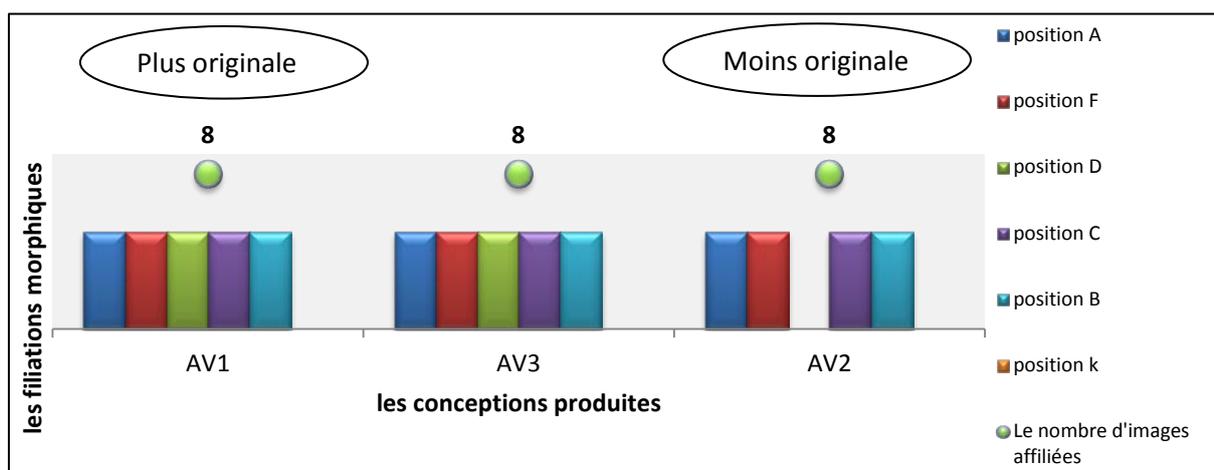
Afin de vérifier l'existence éventuelle d'une relation quelconque entre filiation morphique et originalité des conceptions produites, nous confrontons les classes de filiation morphique à l'originalité des conceptions produites (graphe 64).



Graphe 64: Les classes d'images de filiation morphique des conceptions (AV1), (AV2) et (AV3), classées selon leur originalité.

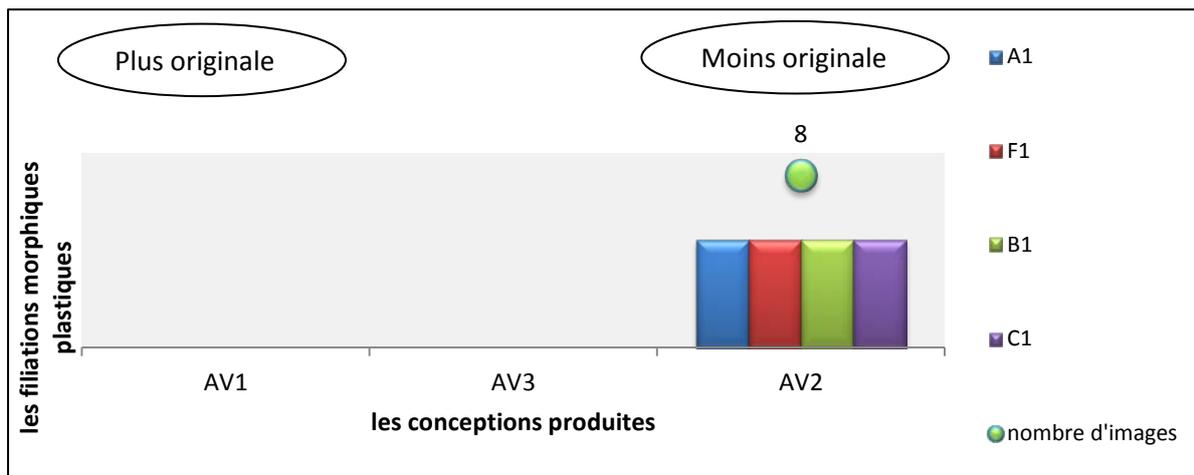
Ce classement suggère que la visualisation des images de précédents qui appartiennent à la classe morphique S1-8, entraîne des conceptions plus originales que celles élaborées suite à la visualisation d'images de la classe S1-6, ou des autres classes. Ceci constitue le second volet de la piste d'investigation future précédemment identifiée pour les classes idéelles, et qui reste à vérifier par élargissement du corpus.

En vue de comprendre si les filiations morphiques existantes, influent significativement sur l'originalité des conceptions produites. Le graphe 65, classe les filiations morphiques structurelles des conceptions produites selon le degré d'originalité de ces dernières.



Graphe 65: Les filiations structurelles et le nombre d'images affiliées aux conceptions (AV1), (AV2) et (AV3), classées selon leur originalité.

Le nombre d'images affiliées structurellement (graphe 65) ne reflète aucun rapport intelligible avec le classement de l'originalité. Quant au nombre des filiations morphiques structurelles, on constate que, chez (AV1) et (AV3), la pluralité des positions de filiations structurelles correspond à une meilleure originalité. Le coefficient de corrélation, du classement d'originalité et du nombre de positions de filiation structurelle, pour chacune des conceptions, égale à $-0,86$, indique que plus il y a de positions structurelles reproduites, plus originale est la conception obtenue.



Graph 66: Les filiations plastiques et le nombre d'images affiliées aux conceptions AV1, AV2 et AV3, classées selon leur originalité.

Les filiations morphiques plastiques classées selon l'originalité des conceptions produites, présentées dans le graphe 66, distinguent la conception (AV2) comme la seule conception qui contient des filiations plastiques (imitation de forme) et la classent comme étant la conception la moins originale. La filiation morphique plastique, due à la visualisation d'images de précédents, diminue donc l'originalité de la conception produite.

L'existence d'une filiation morphique exclusivement structurelle, correspond aux conceptions les plus originales. Tandis que sa coexistence avec une filiation morphique plastique diminue l'originalité de la conception produite. Mais, même dans ce cas, la conception produite reste mieux classée que les conceptions issues du groupe de conception sans visualisation.

La représentation simultanée des deux modalités de filiation, selon l'ordre décroissant de l'originalité des conceptions produites, permet de saisir l'existence d'une relation entre les

deux modalités de filiations relativement à l'originalité. La figure 82, montre que la conception (AV3) est un intermédiaire idéal et morphique entre les conceptions (AV1) et (AV2). La primauté de la conception (AV1) par rapport à (AV3) est liée à la filiation idéale, vu qu'ils partagent la même classe morphique. Alors que la primauté de (AV3) par rapport à (AV2) est liée à la filiation morphique du moment qu'ils partagent la même filiation idéale.

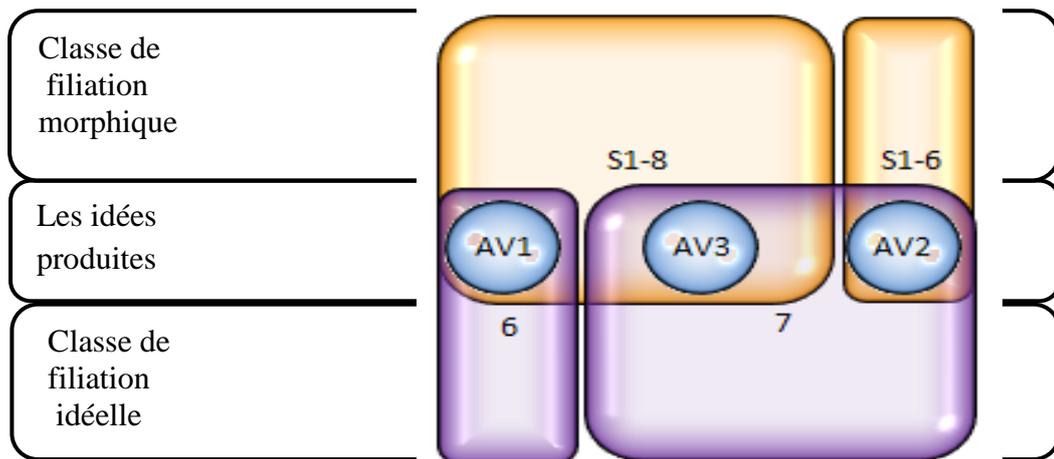


Figure 82: Les interpénétrations entre les classes des filiations idéelles et morphiques, classées de gauche à droite selon l'originalité des conceptions AV1, AV2, AV3.

La visualisation d'images de précédents

Influe sur l'originalité des conceptions produites.

Elle augmente l'originalité des conceptions produites.

L'augmentation de l'originalité correspond à la réduction du temps total de genèse de l'idée, du temps nécessaire à l'émergence des idées sémique et morphique, et à la concrétisation rapide des idées .

Plus diverses sont les filiations idéelles, plus grande est l'originalité des idées conçues.

Plus diverses sont les filiations morphiques structurales, plus grande est l'originalité des idées conçues.

Les filiations morphiques plastiques diminuent l'originalité.

Figure 83: Synthèse des résultats de la relation entre visualisation d'images de précédents et originalité des conceptions produites.

En conclusion, la visualisation d'images de précédents augmente l'originalité des conceptions produites. Les conceptions les plus originales se distinguent par la rapidité de leur accomplissement ainsi que par la rapidité, au sein de leurs processus, de la concrétisation des idées. Cette augmentation de l'originalité dépend, à la fois, des deux types de filiations identifiées. Elle correspond à l'augmentation de la diversité des filiations idéelles et des filiations morphiques structurelles. Par ailleurs, elle diminue avec l'augmentation du nombre de filiations morphiques plastiques.

IV- Rendement et apprentissage

Cette partie de l'analyse, présente des résultats contingents, non prédits par nos hypothèses de recherche, mais qui sont visibles à partir des données obtenues. Elle exploite en particulier les données des deuxièmes conceptions AV1' et AV2' préalablement présentées (figure 84). Elle se compose de deux volets principaux qui sont le rendement et l'apprentissage.

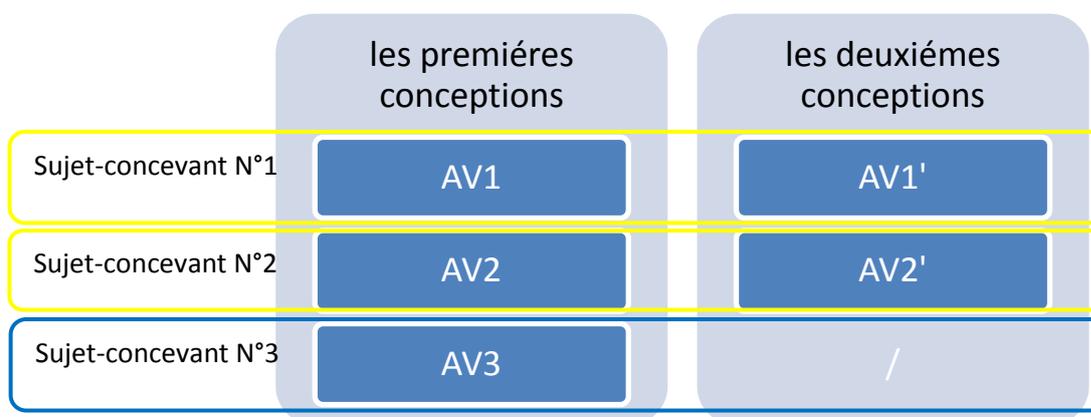


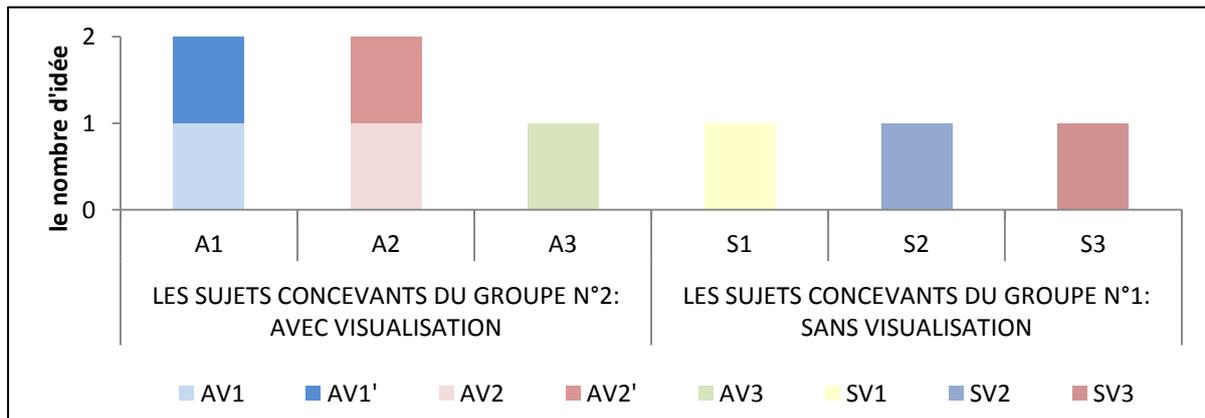
Figure 84: Les premières et deuxièmes conceptions qui informent les résultats contingents de cette recherche (entourées en jaune).

IV-I- Le rendement

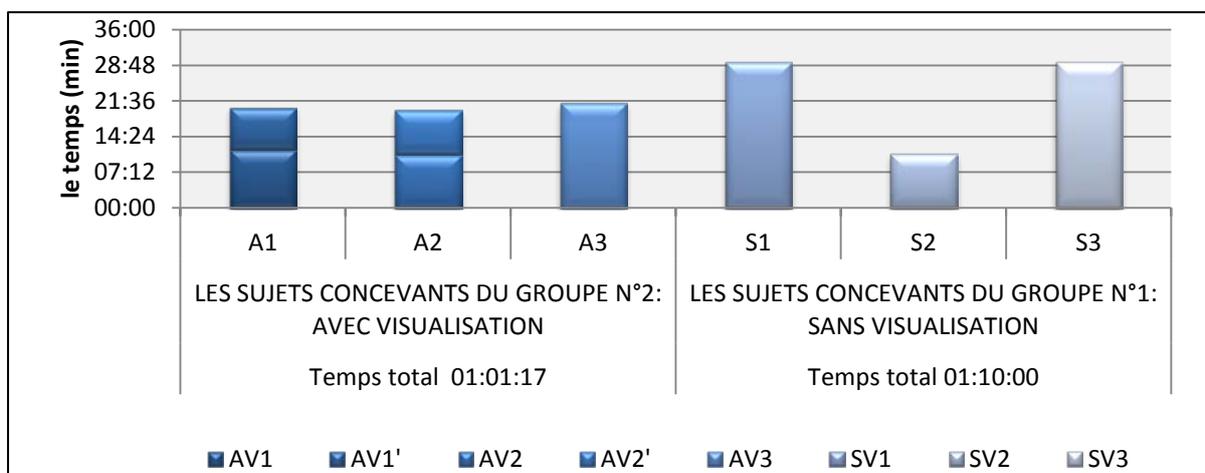
Le rendement est défini comme la « *quantité de travail, d'objets fabriqués, fournie par des travailleurs en un temps déterminé* » (Lexis, 1994). On compare le rendement des deux groupes de conception, moyennant, d'une part, le nombre d'idées et d'autre part, les durées de

temps totales, consommées par les processus de genèse de ces idées, notamment celles des deuxièmes conceptions. Ceci informe à propos de l'influence de la visualisation d'images de précédents sur le rendement des différents sujets concevants.

Le graphe 67 ci-dessous, présente le nombre de conceptions (idées) par sujet concevant, dans les deux groupes de conception. Il indique une différence quantitative entre leur rendement, en matière de nombre de conceptions produites. Les concepteurs qui n'ont pas visualisé d'images de précédents, n'ont généré, chacun, qu'une seule conception. Par contre deux sur trois des concepteurs qui appartiennent au groupe de visualisation, ont produit deux conceptions distinctes, sans que cela ne leur ait été demandé (graphe 67). La visualisation d'images de précédents a donc suscité plus de conception et donc plus d'idées. Deux fois sur trois, elle confère au sujet concevant un rendement plus élevé.



Graphe 67: Le nombre d'idées produites par les sujets concevants des deux groupes.



Graphe 68: La durée de temps consommée par les différents sujets concevants des deux groupes.

Nous associons à chacune des conceptions, sa durée de temps total du processus (T1), dans le graphe 68. Il montre que le temps total consommé par le groupe de visualisation est inférieur de 8 minutes et 43 secondes au temps total consommé par le groupe sans visualisation.

En plus de son rendement en matière de nombre de conceptions, le groupe de visualisation est plus rapide (graphe 68). Ceci confirme que la visualisation d'images provoque un rendement plus élevé. Il prend la forme d'une augmentation du nombre de conceptions produites qui s'accompagne par une économie du temps consommé.

IV- II- L'apprentissage

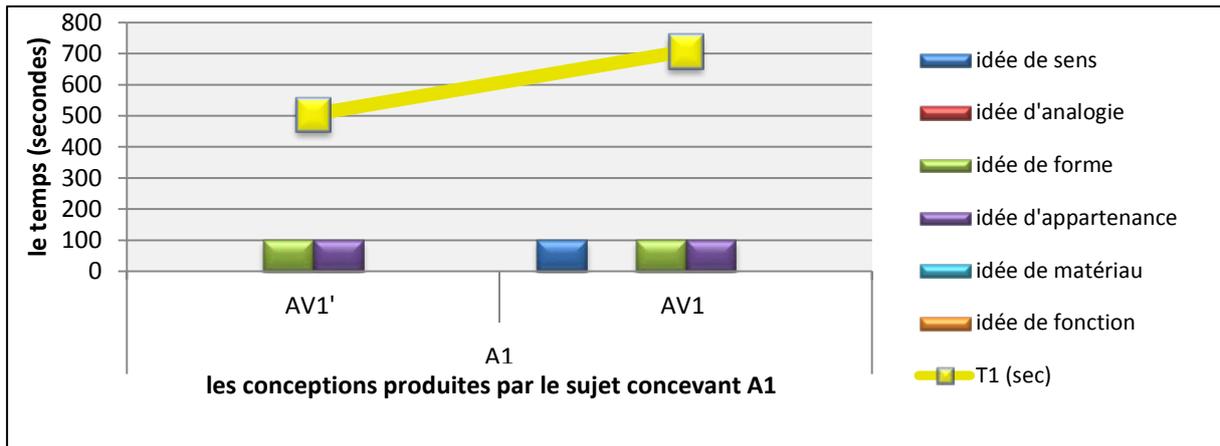
Le deuxième résultat contingent est l'apprentissage, dû à la familiarisation du sujet concevant avec la tâche de conception. Les conceptions qui informent sur l'apprentissage, sont également celles des sujets concevants (A1 et A2) qui ont produit, chacun, deux conceptions différentes (figure 84).

Cet apprentissage est lisible sur les deux niveaux de filiation, idéale et morphique, au niveau des différents temps du processus et sur le plan du degré d'originalité de l'idée produite.

A) L'apprentissage idéal

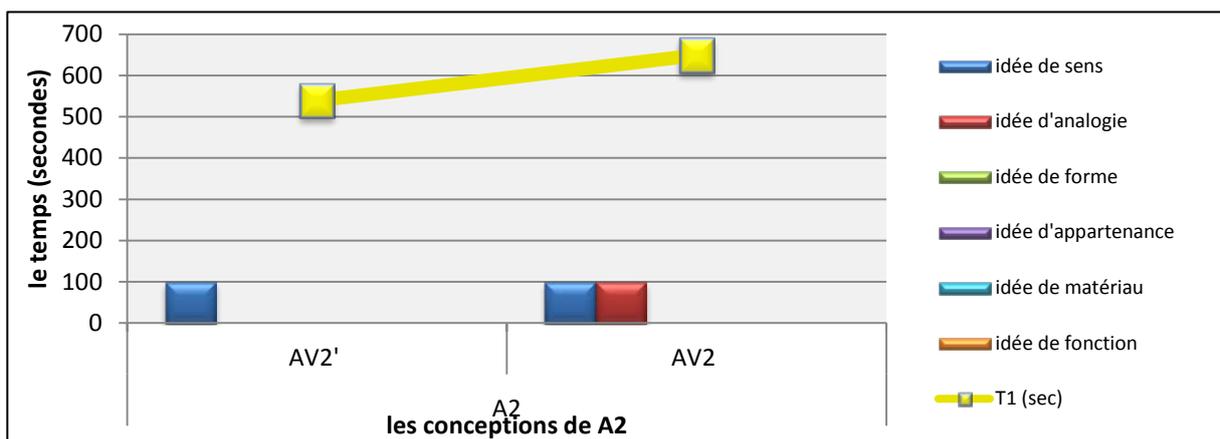
Pour comprendre comment se fait l'apprentissage idéal. Nous comparons les filiations idéelles des deux conceptions produites par le même sujet concevant, relativement au temps total du processus (T1). Les graphes 69 et 70 ci-dessous, présentent, respectivement, l'apprentissage idéal des sujets concevants A1 et A2.

Le graphe 69, montre une réduction du nombre de filiations idéelles dans la deuxième conception produite par A1. Cette réduction de la diversité des idées de filiation correspond à une diminution du temps total du processus de genèse de l'idée (T1) ainsi qu'à une augmentation de l'originalité de la seconde conception. L'apprentissage idéal, dû à la visualisation d'images de précédents, opère chez A1, par une économie de l'idée de sens et du temps total du processus.



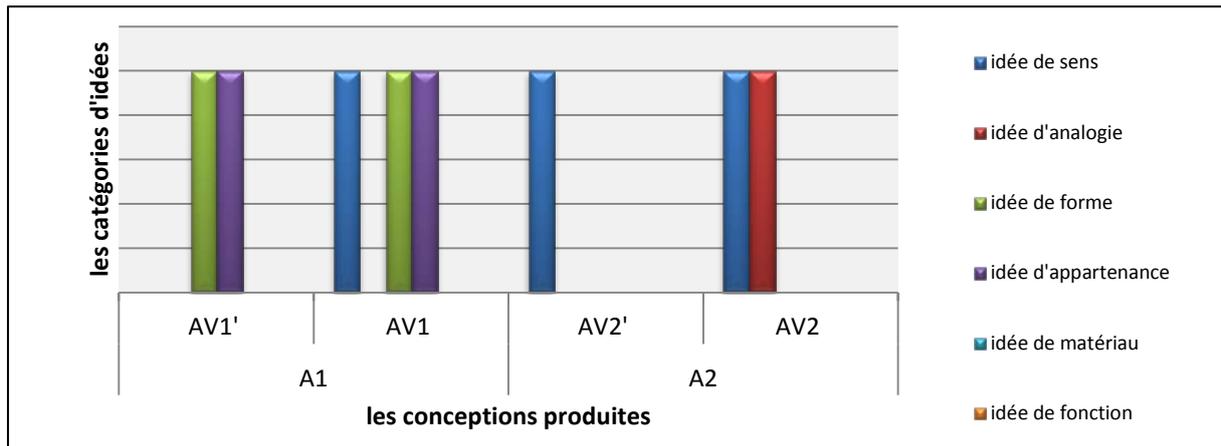
Graph 69: Les filiations idéelles et le temps total du processus (T1) des conceptions AV1 et AV1', produites par A1 et classées selon leurs degrés d'originalité¹⁶.

Le graph 70, indique à son tour, une réduction du nombre de filiations idéelles dans la deuxième conception produite par A2, ainsi qu'une diminution du temps total du processus de genèse de l'idée (T1) et l'augmentation de son originalité. L'apprentissage idéal, du à la visualisation d'images de précédents, opère chez A2, par une économie de l'idée d'analogie, du temps total du processus.



Graph 70: Les filiations idéelles et le temps total du processus (T1) des conceptions AV2 et AV2', produites par A2 et classées selon leurs degrés d'originalité.

¹⁶ Dans cette partie du mémoire toutes les illustrations graphiques (graphes), classent les conceptions étudiées de la plus originale (placée à gauche), à la moins originale (placée à droite), afin de faciliter la lecture du rapport entre apprentissage et originalité.



Graph 71: les filiations idéelles des conceptions produites par les sujets concevants A1 et A2, classées selon leur originalité.

L'existence de filiation idéelle par l'idée d'appartenance et l'idée de forme dans les deux conceptions les plus originales (graphe 71), suggère que ces catégories de filiation augmentent, comparativement aux autres, l'originalité des conceptions produites. L'élargissement du corpus permettra de confirmer l'existence potentielle d'un rapport intelligible entre les types de filiation idéelle et l'originalité des conceptions produites.

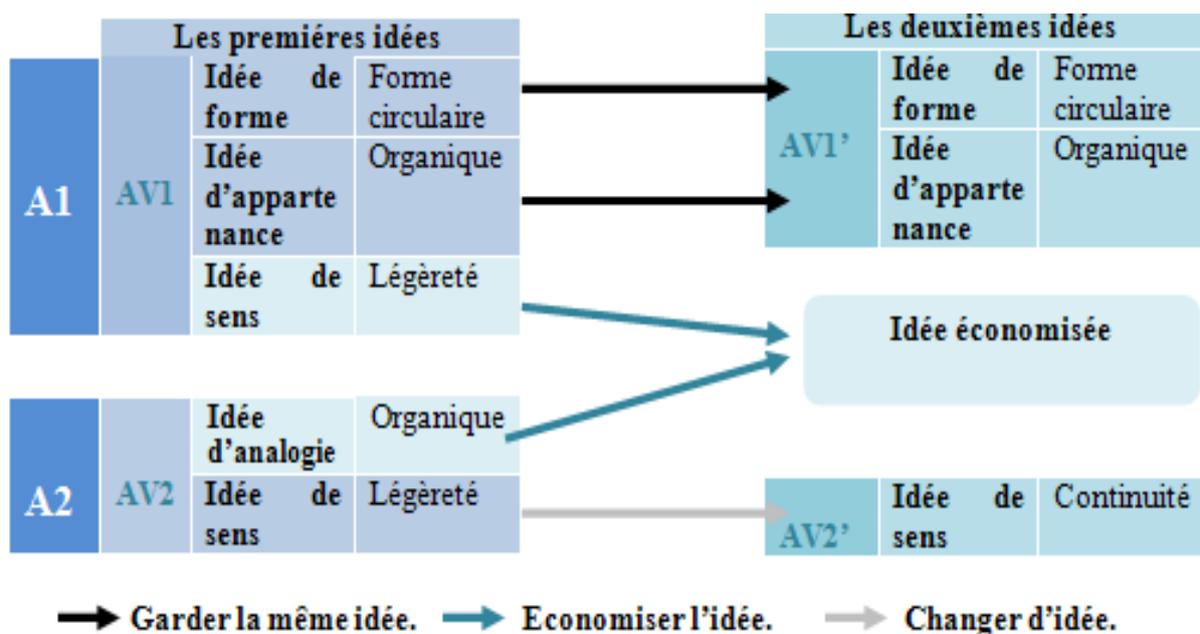


Figure 85: Les modes d'économie de la filiation idéelle chez les sujets concevants A1 et A2.

Chez les deux sujets concevants A1 et A2, l'apprentissage idéal, dû à la visualisation d'images de précédents, suscite une économie dans la diversité de filiation idéale et dans le temps total de genèse de l'idée. Les modes d'économie de la filiation idéale, ne se font pas de la même façon chez les deux sujets concevants étudiés. La figure 85 ci-dessus, montre que l'idée de sens constitue l'objet de l'apprentissage qui tantôt l'élimine et tantôt la garde en la changeant.

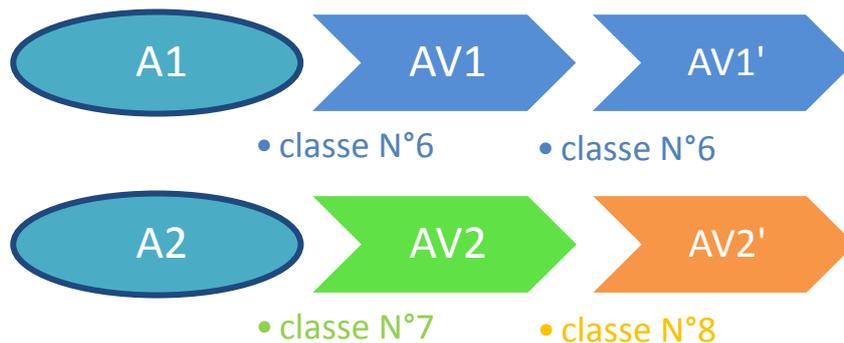
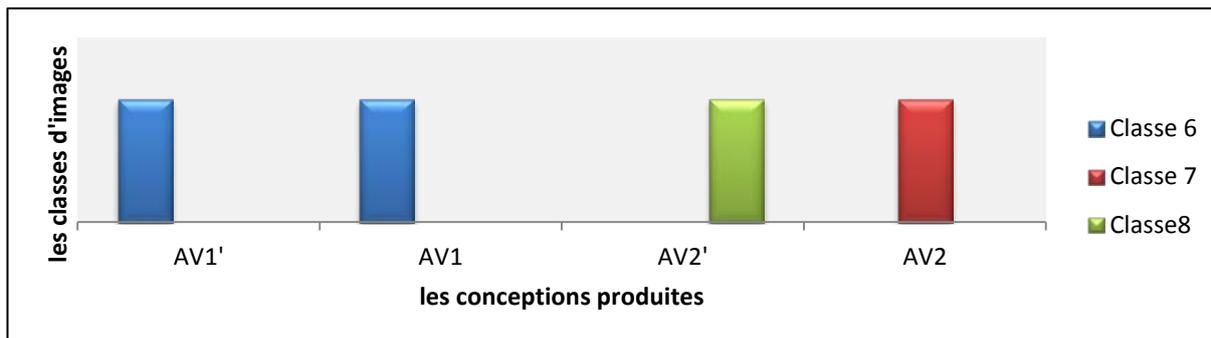


Figure 86 : Les classes d'images de la filiation idéale des conceptions produites par les sujets concevants A1 et A2.

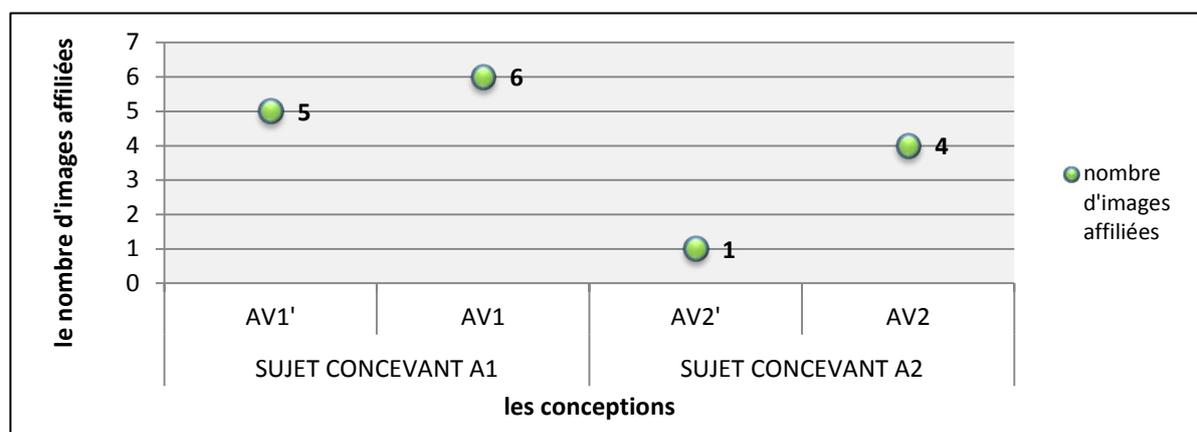
Cet apprentissage idéal concerne aussi les classes de filiation idéale. Chez A1, l'économie de filiation idéale n'a pas entraîné un changement systématique de la classe de filiation. Par contre chez A2, elle s'accompagne d'un changement de la classe de filiation. Ceci indique que l'apprentissage idéal opère par changement de filiation sélectif et non systématique.

A-1- Intelligence de la filiation idéale

Le graphe 72 montre que, d'une part, le changement de classe de la filiation idéale de la deuxième conception AV2', correspond à une amélioration de son originalité et que d'autre part, la classe de filiation idéale (classe 6) restée inchangée, chez A1, correspond aux deux conceptions plus originales. Cette remarque suppose l'existence d'une intelligence de l'acte de filiation idéale, fourni par l'apprentissage idéal, qui conduit à une amélioration de l'originalité de la seconde conception produite. Cette possibilité reste à explorer par une recherche future qui ferait de l'apprentissage lié à la visualisation, son objet d'étude.



Graphe 72: Les classes de filiation idéale des conceptions produites par les sujets concevants A1 et A2, classées selon leur originalité.

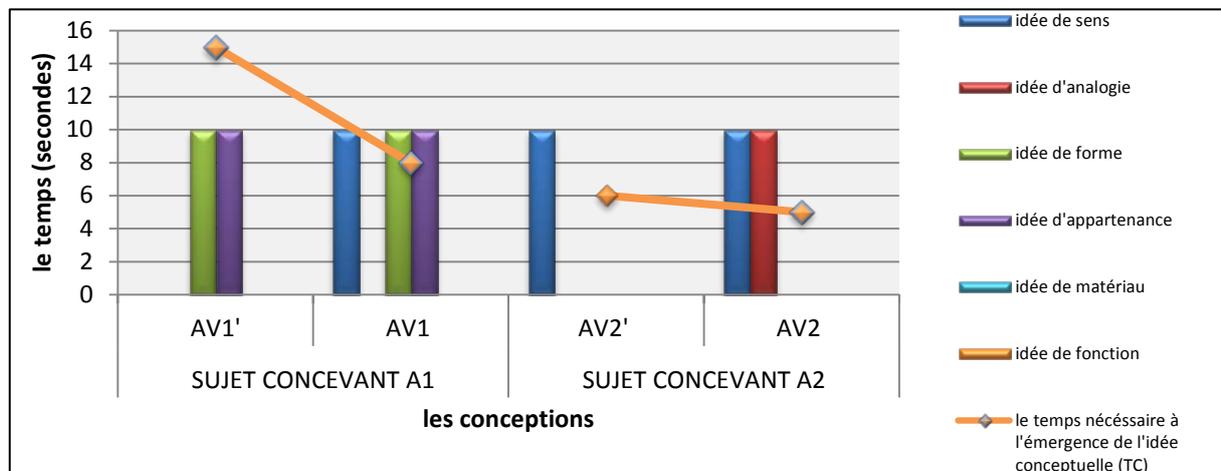


Graphe 73: Le nombre d'images affiliées aux conceptions produites par les sujets concevants A1 et A2, classées selon leurs degrés d'originalité.

Par ailleurs, l'examen des images respectivement affiliées à chacune des deux conceptions produites par chacun des deux sujets, révèle une économie du nombre d'images. Dans le passage de la première à la deuxième conception, chacun des deux sujets fait référence à un nombre moins élevé d'images (graphe 73).

Cette triple économie (de temps, de filiations et d'images), commune aux deux sujets concevant, indique que l'apprentissage idéal détache les deuxièmes conceptions produites des images visualisées. Il augmente l'autonomie du processus, lui permet de se détacher, partiellement, des idées présentes dans les images visualisées et d'améliorer l'originalité de la conception produite.

A-2- Apprentissage idéal et temps nécessaire à l'émergence d'une idée conceptuelle (TC)



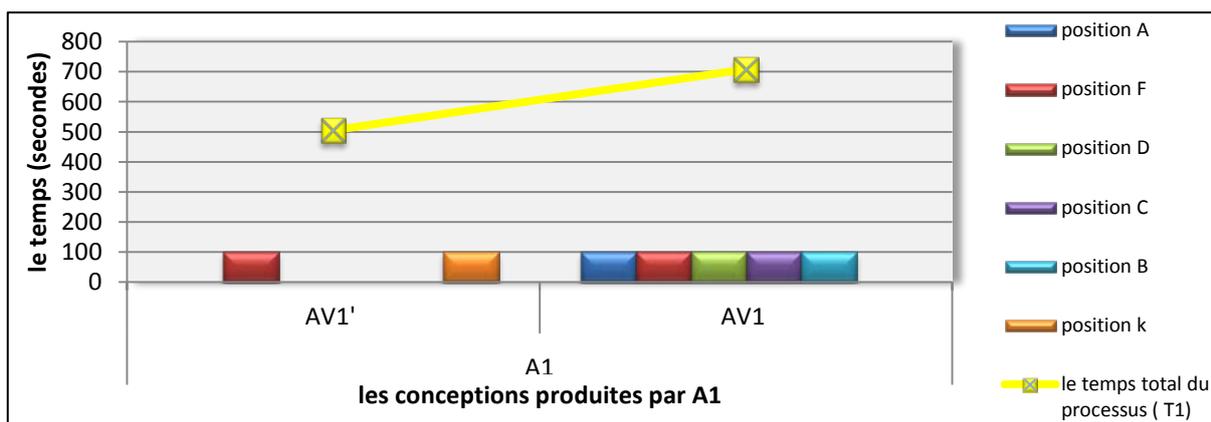
Graph 74: Les filiations idéelles exclusives et le temps nécessaire à l'émergence d'une idée conceptuelle (TC), des conceptions produites par A1 et A2.

Le temps de recherche d'une idée conceptuelle (TC), quant à lui, augmente pour les deuxièmes conceptions des deux sujets concevants A1 et A2 (graphe 74). Ceci indique que l'apprentissage idéal, est une activité consommatrice de temps quand il s'agit de la recherche d'une idée conceptuelle (TC).

On conclue que l'apprentissage idéal agit au profit de l'originalité et détache, partiellement, les deuxièmes conceptions produites des images de précédents visualisées. Il suscite une économie de la diversité de filiation idéelle, du nombre d'images et du temps total de genèse de l'idée. Mais il augmente le temps nécessaire à l'émergence de l'idée conceptuelle.

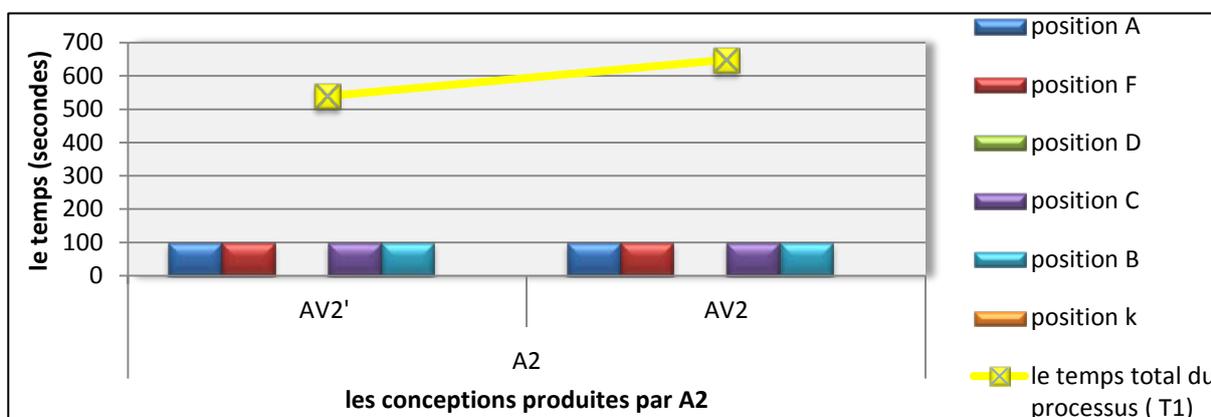
B) L'apprentissage morphique

Pour comprendre comment se fait l'apprentissage morphique, nous suivons les mêmes étapes d'analyse de l'apprentissage idéal. Une comparaison des filiations morphiques, des deux conceptions produites par le même sujet concevant, est faite relativement au temps total du processus (T1) (graphes 75 et 76).



Graph 75: Les filiations morphiques structurelles et le temps total du processus de genèse de l'idée (T1), des conceptions AV1 et AV1', produites par A1 et classées selon leurs degrés d'originalité.

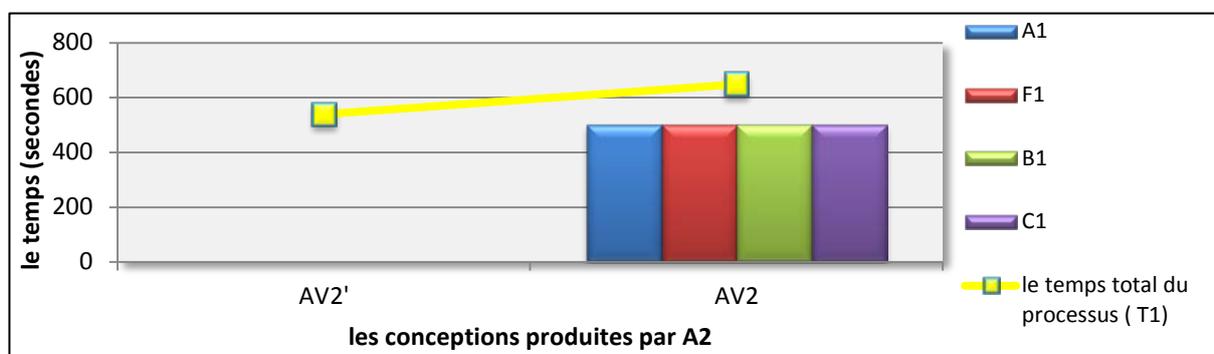
Le graph 75 ci-dessus, indique que le concepteur A1 effectue une économie de quatre positions de filiation structurelle et introduit une nouvelle. Ces changements qui affectent la filiation structurelle morphique de la deuxième conception produite par A1, s'accompagnent par une réduction du temps total du processus de genèse de l'idée (T1) et par une augmentation de son originalité.



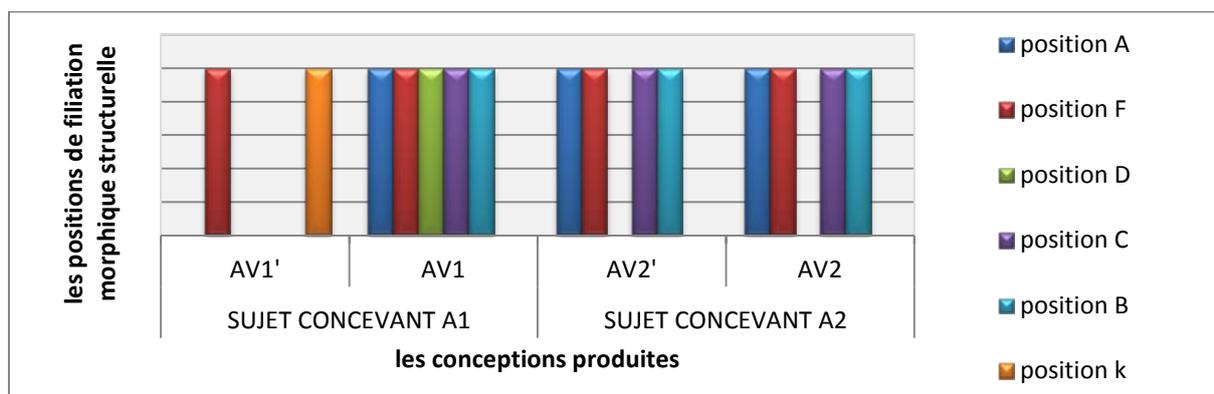
Graph 76: Les filiations morphiques structurelles et le temps total du processus de genèse de l'idée (T1), des conceptions AV2 et AV2', produites par A2 et classées selon leurs degrés d'originalité.

Le graph 76, ci-dessus, indique que le concepteur A2 garde les mêmes filiations structurelles morphiques dans la première et la deuxième conception. Néanmoins, la seconde conception est plus originale et consomme moins de temps (T1) que la première. L'apprentissage morphique opère, chez A2, par une économie du temps total du processus ainsi que par une augmentation de l'originalité.

Quant aux filiations plastiques morphiques, présentées sur le graphe 77 ci-dessous, elles n'ont pas d'existence au sein de la seconde conception AV2'. Cette élimination des filiations morphiques plastiques raccourcit le temps total du processus de genèse de l'idée et en améliore l'originalité.



Graph 77: Les filiations plastiques et le temps total du processus de genèse de l'idée (T1), des conceptions AV2 et AV2', produites par A2 et classées selon leurs degrés d'originalité.



Graph 78: Les filiations structurelles morphiques des deux conceptions, produites par les sujets concevants A1 et A2 et classées selon leurs degrés d'originalité.

L'examen des filiations morphiques structurelles des conceptions produites, par les sujets concevants A1 et A2, classées selon l'originalité dans le graphe 78 ci-dessus. Indique que la filiation morphique structurelle distinctive de (AV1'), par rapport aux autres filiations identifiées, augmente l'originalité de la conception produite. Cette distinction consiste dans la présence exclusive de la position K, qui relie AV1' à la structure morphique N°4.

Ceci suppose que la visualisation d'images de précédents issues de la structure morphique minoritaire (exceptionnelle), augmente l'originalité des conceptions qui s'y rattachent. Ceci constitue une autre piste de recherche à explorer.

L'économie des filiations morphiques chez les deux sujets concevants A1 et A2, procède donc selon deux modes opératoires qui sont synthétisées dans la figure 87 ci-dessous.

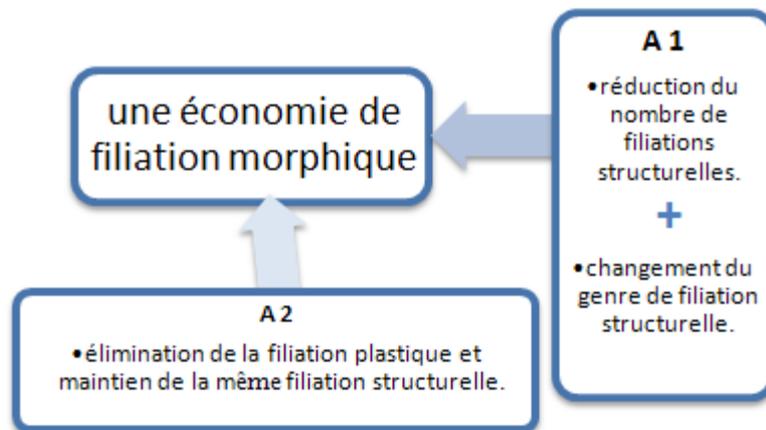


Figure 87: Les modalités de l'économie de filiation morphique, dûe à l'apprentissage morphique des sujets concevants A1 et A2.

B-1- Apprentissage morphique et images de précédents

Afin de vérifier si l'apprentissage morphique change les images morphiquement affiliées aux conceptions produites, nous comparons les classes d'images de filiation morphique des premières et deuxièmes conceptions des sujets concevants A1 et A2 (figure 88).

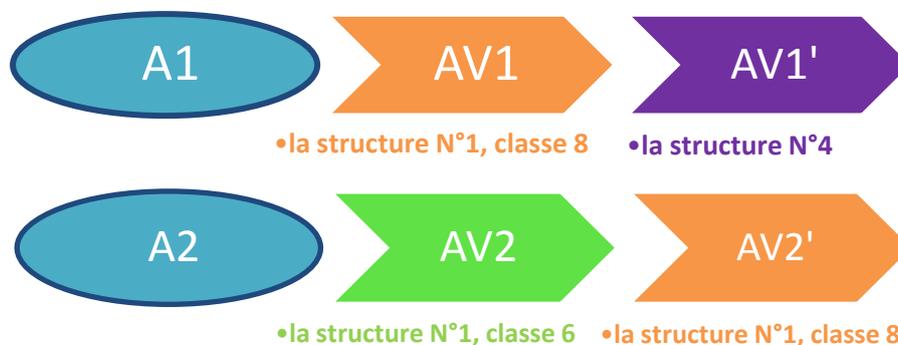
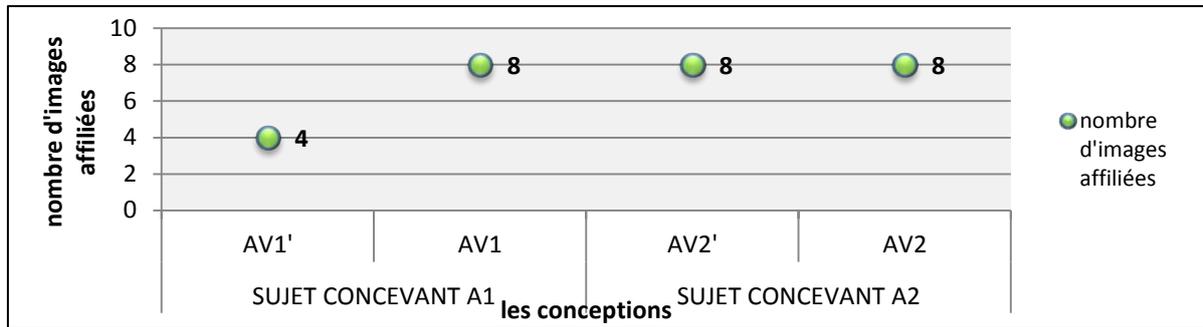


Figure 88: Les classes de filiation morphique des conceptions produites par les sujets concevants A1 et A2.

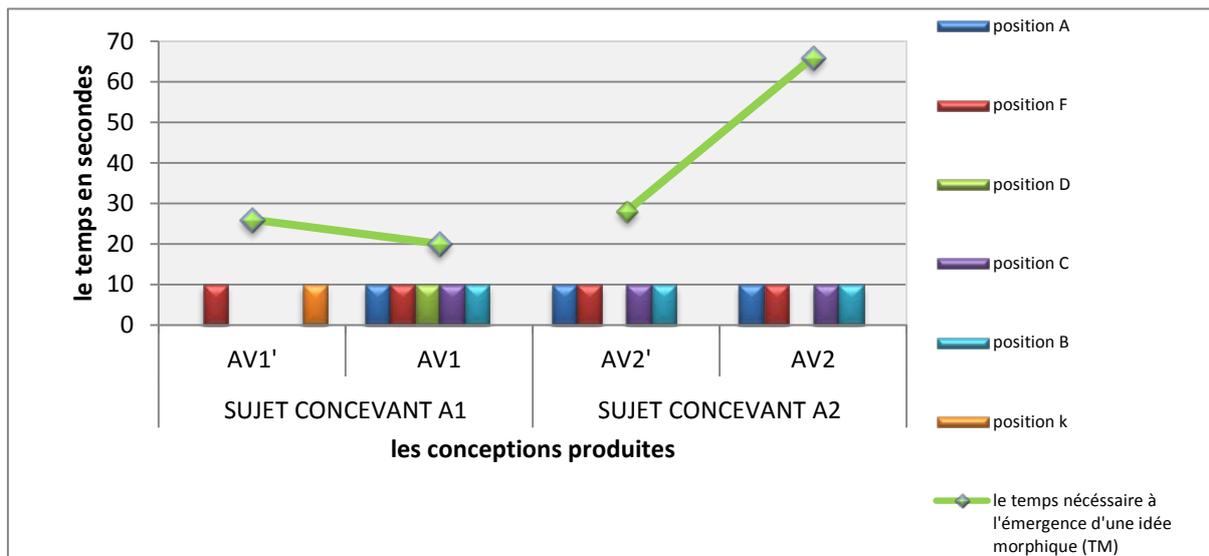
L'économie des filiations morphiques, synthétisée dans la figure 87, s'accompagne d'un changement systématique de la classe de filiation morphique.



Graph 79: Le nombre d'images affiliées par la structure morphique, des conceptions produites par les sujets concevants A1 et A2, classées selon leur originalité.

Le graphe 80 ci-dessus, montre, par ailleurs, que l'apprentissage morphique ne conduit pas forcément à un détachement des images visualisées. En effet, le nombre d'images affiliées à la seconde conception, diminue uniquement chez A1, mais reste le même chez A2. Ceci implique que l'apprentissage morphique améliore l'originalité des secondes conceptions mais ne les détache pas forcément des images visualisées.

B-2- Apprentissage morphique et temps nécessaire à l'émergence de l'idée morphique (T M)



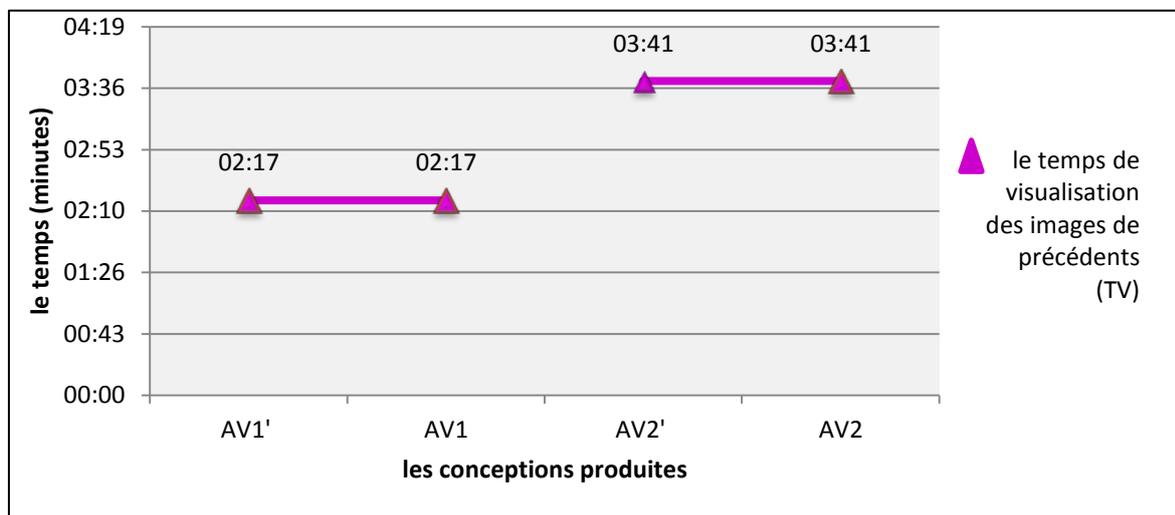
Graph 80: Le temps nécessaire à l'émergence de l'idée morphique (TM) et les filiations structurelles morphiques des conceptions produites par A1 et A2.

Nous comparons le temps nécessaire à l'émergence de l'idée morphique (T M) des conceptions produites par A1 et A2, sur le graphe 81 ci-dessus.

L'apprentissage morphique ne semble pas avoir un impact direct sur le temps nécessaire à l'identification de l'idée morphique (TM). Chez A1 il correspond à l'augmentation de (TM), alors que chez A2, il diminue.

C- Apprentissage et temps de visualisation des images de précédents (TV)

Un dernier point, qui reste à explorer sur le plan temporel, est l'existence d'une relation entre l'amélioration de l'originalité suite à l'apprentissage et la durée de visualisation d'images de précédents, présenté dans le graphe 82 précédent.



Graphe 81: Le temps de visualisation des images de précédents (TV), classées selon l'originalité des conceptions produites par A1 et A2.

Les deux conceptions (AV1) et (AV1') produites par A1, suite à une visualisation d'images de 02 minutes et 17secondes, sont plus originales que les conceptions (AV2) et (AV2'), produites par A2, après une visualisation d'images de précédents plus longue (03 minutes et 41 secondes). Ceci signifie-t-il qu'une visualisation plus longue entraîne une diminution de l'originalité des conceptions produites ? Seul un élargissement du corpus pourrait répondre à cette question qui ouvre une piste d'investigation pour l'avenir.

L'apprentissage morphique, opère donc une économie des filiations morphiques et du temps total de genèse de l'idée, des secondes conceptions produites. Il augmente l'originalité de celles-ci et opère un changement systématique de la filiation morphique.

L'observation des classes de filiation idéale et morphique des conceptions produites par (A1) et (A2) (figure 89), laisse supposer que l'apprentissage sémio-morphique augmente d'avantage l'originalité de la deuxième conception. Il opère par changement de forme au sein de la même idée. Tel est le cas de (A1), qui ne change que la filiation morphique de sa seconde conception tout en restant au sein de la même classe idéale. Ceci suggère que la filiation idéale est plus influente que celle morphique quant à l'originalité de la conception produite, et énonce une piste de continuation de ce travail.

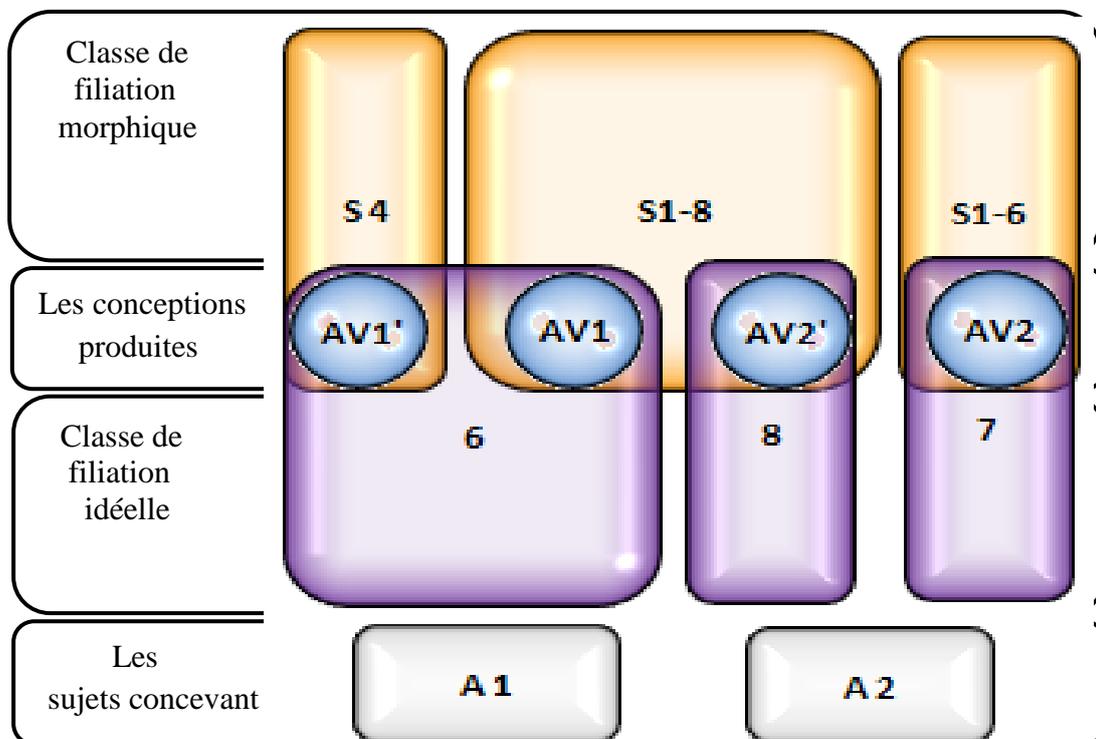


Figure 89: La superposition des classes de filiation idéale et morphique des idées produites par A1 et A2.

Quant au rendement élevé du groupe de conception avec visualisation d'images de précédents, il est dû à l'apprentissage sémio-morphique qui fait des deuxièmes conceptions le résultat d'une auto-évaluation, et le moyen de corriger et d'améliorer des actions antérieures, au profit d'une originalité plus élevée.

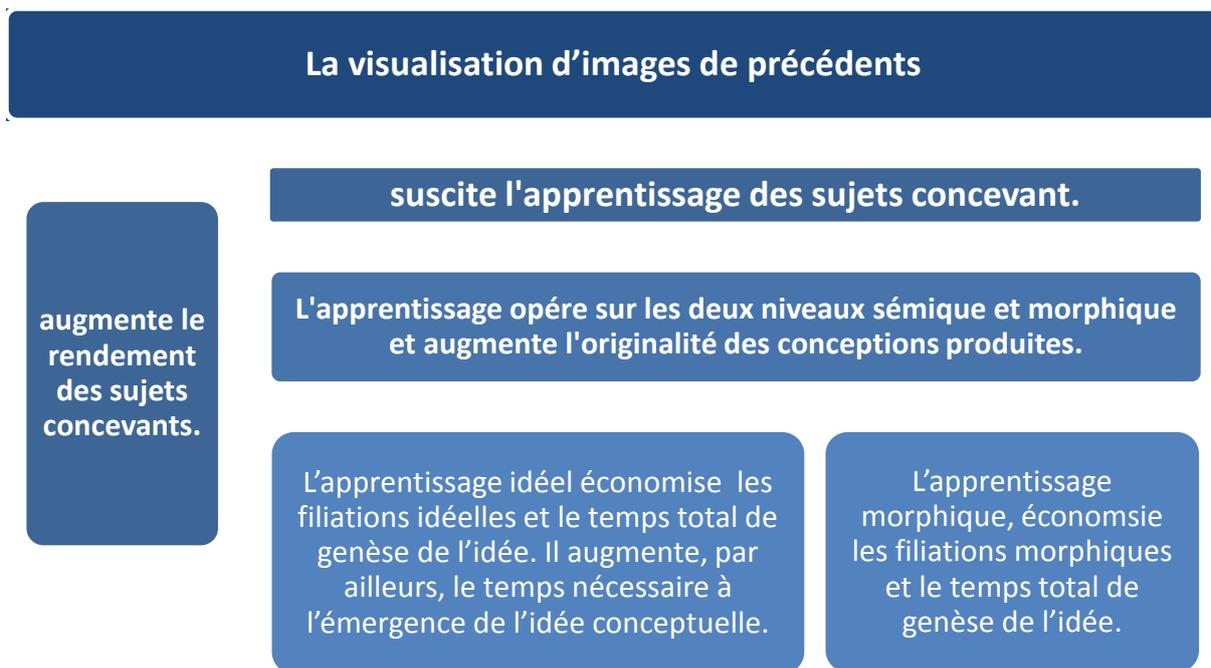


Figure 90: L'apprentissage et le rendement, dûs à la visualisation d'images de précédents.

Conclusion

Les résultats de l'analyse, menée dans ce chapitre, confirment les hypothèses avancées, et font apparaître, sous plusieurs angles et à différents niveaux, l'impact de la visualisation d'images de précédents, sur l'activité de conception.

Pour la première hypothèse, l'impact de la visualisation d'images de précédents, sur la genèse de l'idée architecturale est confirmé par une pluralité de paramètres qui touchent au processus et à son contenu actif. Ils peuvent être synthétisés comme suit.

- La visualisation augmente la productivité du processus et améliore son efficacité et son efficacité. L'efficacité économise la longueur du processus et les actions de conception investies. Elle rend le processus plus réfléchi. Tandis que l'efficacité réduit la répétition, en son sein, des actions cognitives.
- Elle homogénéise la morphologie du processus, qui connaît une augmentation du ratio des phases homogènes. Elle regroupe l'essentiel de la production sémique en amont du processus, et rend la production morphique précoce et mieux enchaînée.

- Elle augmente la créativité du processus par l'augmentation de la sollicitation et de l'enchaînement des chaînes primitives à son amont, ainsi que par la création d'un nouvel ordre de regroupement des chaînes primitives similaires

La deuxième hypothèse est également confirmée, dans ses deux volets, qui englobent les modalités d'influence de la visualisation d'images de précédents sur le processus de conception.

Le premier volet qui traite de la modalité temporelle, économise les durées de temps liées au processus de genèse de l'idée (le temps total de genèse d'idée, les temps nécessaires à l'émergence des idées conceptuelles et morphiques).

Quant aux modalités de filiations, qui constituent le second volet de la deuxième hypothèse, il montre que la filiation idéale et morphique, existent indépendamment l'une de l'autre.

La filiation idéale des conceptions produites se divise en deux niveaux. Le premier est exhaustif et le second est exclusif. Les filiations idéelles exclusives augmentent le temps total du processus de genèse de l'idée (T1) et ralentissent l'identification de l'idée conceptuelle (TC). Ceci est principalement dû au nombre élevé des images affiliées et des filiations par des idées de sens. Une longue visualisation d'images de précédents (TV), cause par ailleurs une fixation sémique, de la conception produite, sur les images visualisées.

La filiation morphique des conceptions produites aux se divise également en deux niveaux: un niveau structural et un niveau plastique. Le nombre des positions de filiation morphique structurelle augmente le temps nécessaire à l'émergence d'une idée conceptuelle (TC). Tandis que la filiation plastique raccourcit le temps total de genèse de l'idée (T1) et le temps consommé avant l'identification de l'idée conceptuelle (TC). Elle opère par reproduction des formes visualisées.

La validation de la troisième et dernière hypothèse est confirmée par la mesure de l'originalité des conceptions produites qui augmente suite à la visualisation d'images de précédents.

L'analyse montre également une amélioration du rendement du groupe de conception avec visualisation. Elle est essentiellement due à l'apprentissage, qui améliore l'originalité des

deuxièmes conceptions produites, relativement aux filiations idéelles et morphiques décelées et économise le temps total du processus de genèse de l'idée.

**CONCLUSION
GENERALE**

Conclusion générale

Le présent travail fait le projet de contribuer à la compréhension de la relation qui lie la genèse de l'idée architecturale à la visualisation d'images de précédents architecturaux, issues d'internet et relatives au projet de conception architecturale, en amont du travail de conception. Il permet de mesurer le degré d'influence de la visualisation d'images sur la genèse de l'idée et de comprendre sa logique et son mode opératoire. Il pose deux questions principales de recherche :

a) la visualisation d'images de précédents architecturaux ; issues d'internet et relatives au projet de conception architecturale, en amont du travail de conception ; a-t-elle un impact sur la genèse de l'idée?

b) Comment s'opère cet impact et quelle est sa logique d'occurrence ?

Ce travail vise à trouver des réponses à ces interrogations, ainsi qu'à valider les hypothèses précédemment énoncées. Il utilise, pour ce fait, une méthode de recherche centrée sur l'analyse des recueils d'observation ou « protocol analysis » et complétée par d'autres méthodes d'appoint.

1) Les apports du mémoire

Ce mémoire contribue à la compréhension de l'impact de la visualisation d'images de précédents architecturaux sur la genèse de l'idée architecturale. Ses apports sont de l'ordre de la connaissance et de la méthodologie.

A) Apports méthodologiques

L'appareillage méthodologique utilisé nous a permis de :

- Réaliser une application du modèle de l'activité de conception, élaboré par Arrouf (2006, 2007, 2012), pour l'étude et l'analyse, de l'impact de la visualisation d'images de précédents, sur la genèse de l'idée architecturale.

- Elaborer un protocole d'analyse qui permet de mesurer l'impact de la visualisation d'images sur la genèse de l'idée architecturale. Il comprend les mesures suivantes: a) mesure de la productivité du processus, b) mesure de son efficacité, c) mesure de son efficacité, d) mesure de la créativité du processus et e) mesure de l'aspect morphologique du processus.
- Utiliser l'analyse morphologique combinée à la méthode d'analyse des recueils d'observation, pour identifier la modalité morphique de filiation des conceptions produites aux images visualisées.
- Elaborer une catégorisation idéale des idées de conception selon six catégories (idée de sens, idée de forme, idée d'analogie, idée de matériau, idée d'appartenance et idée de fonction).
- Fournir deux niveaux de mesure de la filiation idéale : un niveau général dit exhaustif et un niveau particulier dit exclusif.
- Appliquer l'évaluation par jury, pour l'identification de la nature idéale des images visualisées.

B) Apports de connaissance

L'analyse des recueils obtenus, montre que la visualisation d'images de précédents affecte le processus de genèse de l'idée dans son contenu actif, dans sa temporalité et dans la qualité des idées produites.

I- Le degré d'influence de la visualisation d'images de précédents sur le processus de genèse de l'idée

Les résultats de ce travail montrent que la visualisation d'images de précédents augmente la productivité du processus en augmentant son efficacité et son efficacité. Le processus de conception devient plus efficace suite à une économie de sa longueur et de ses actions de production sémiq. Il devient plus efficace par la réduction des répétitions au sein de ses

catégories d'actions. Cette augmentation de la productivité s'explique par une augmentation de la longueur des segments qui rend le processus plus réfléchi.

La visualisation d'images de précédents architecturaux, attribue également un aspect plus homogène à la morphologie du processus de genèse de l'idée en diminuant le volume des phases exploratoires. Cet impact est notamment visible dans le changement de l'ordre de sollicitation des différentes catégories d'actions. Elle regroupe le travail sémique, désengorge la navigation en amont du processus et suscite un démarrage rapide et continu de la production morphique.

La visualisation d'images de précédents architecturaux augmente également la créativité du processus. Elle augmente le ratio des chaînes primitives en favorisant leur potentiel de réalisation. Elle modifie la distribution des chaînes primitives au long du processus, qui devient mieux articulé. En plus de la réorganisation de l'émergence des chaînes primitives, elle crée un nouvel ordre cognitif qui se manifeste principalement par une succession des chaînes d'actions similaires.

II- Les modalités d'influence de la visualisation d'images de précédents sur le processus de genèse de l'idée et sur les conceptions produites

Ce travail confirme l'existence des deux modalités d'influence de la visualisation d'images de précédents sur l'activité de conception.

a- Une modalité temporelle, qui économise, à la fois, le temps total de genèse de l'idée, le temps nécessaire à l'émergence de l'idée conceptuelle et le temps nécessaire à l'émergence de l'idée morphique. En vertu de cette modalité, la visualisation ne change pas la primauté d'émergence des idées conceptuelles par rapport à celles morphiques, mais elle réduit le temps qui les sépare. Elle suscite ainsi une succession rapide de l'idée morphique et de l'idée conceptuelle et facilite la concrétisation des idées sémiques.

b- Une modalité de filiation, qui permet de comprendre comment les conceptions produites sont affiliées aux images de précédents visualisées. Elle montre l'existence de deux types de filiation, idéelle et morphique. Chaque modalité présente à son tour deux niveaux de filiation : un niveau général et un niveau particulier qui imite (reproduit) une idée ou une forme précise.

La modalité de filiation idéale des conceptions produites aux images visualisées, se divise en deux niveaux : un niveau exhaustif et un niveau exclusif. Toutes les conceptions produites présentent des filiations exhaustives par des idées de sens, de forme et de matériau. Ces points communs de filiation idéale générale ou exhaustive, sont départagés par l'existence d'autres filiations spécifiques à chacune des conceptions produites, dites filiations idéelles exclusives. Les résultats de ce travail montrent que la filiation idéale exclusive opère principalement par des idées de sens qui constituent la catégorie d'idées reproduites par toutes les conceptions produites.

Les filiations idéelles influencent également la temporalité du processus de genèse de l'idée. Celui-ci est ralenti par le nombre élevé des images affiliées, par la nature des idées de filiation et par la fréquence élevée des filiations selon des idées de sens. L'émergence de l'idée conceptuelle est également ralentie par le nombre élevé des filiations et celui des images affiliées. Quant à la visualisation d'images de précédents, pour une durée relativement longue, elle augmente la filiation de la conception produite aux images visualisées par les idées de sens.

La filiation morphique représente la deuxième modalité de filiation des conceptions produites aux images visualisées. Elle se divise également en deux niveaux : un niveau structurel et un niveau plastique.

Les résultats montrent que la filiation morphique structurelle obéit au degré de diversité morphique des images de précédents. Les conceptions produites sont affiliées à la structure morphique dominante qui contient le plus grand nombre d'images de précédents. La filiation morphique plastique indique, pour sa part, une reproduction des formes visualisées, une fois sur trois pour les conceptions analysées.

Les filiations morphiques influencent également la temporalité du processus de genèse de l'idée. D'un côté, la filiation morphique structurelle, plus diversifiée correspond à l'augmentation du temps nécessaire à l'émergence de l'idée conceptuelle. De l'autre, la filiation morphique plastique réduit, là où elle existe, le temps total du processus ainsi que le temps nécessaire à l'émergence de l'idée conceptuelle, par reproduction des formes visualisées. Mais les deux modalités de filiation morphique ne se corréllent pas avec la temporalité d'émergence de l'idée morphique.

La modalité de filiation morphique est à la fois imbriquée et indépendante de la modalité de filiation idéelle. Cette cohabitation englobe une autonomie des filiations identifiées ainsi qu'une interpénétration intéressante. L'indépendance des deux modalités de filiation réside dans l'absence d'images qui seraient à la fois, idéellement et morphiquement, affiliées aux mêmes conceptions produites. Quant à l'interpénétration entre la filiation idéelle et celle morphique, elle réside dans la parenté des conceptions produites, visible au niveau des classes d'images de filiation, qui contiennent parfois plus d'une seule conception. Par ailleurs, que ce soit une filiation générale ou particulière, le mode idéal de filiation est plus fréquent que celui morphique. Cette supériorité est lisible à travers le taux d'images affiliées qui exalte l'importance de la part sémique du travail de conception.

III- L'originalité des conceptions produites et la visualisation d'images de précédents

La visualisation d'images de précédents, augmente manifestement l'originalité des idées (conceptions) produites.

Ce mémoire indique, que l'augmentation de l'originalité des conceptions produites, correspond à une succession rapide de l'idée conceptuelle et de l'idée morphique. Un intervalle minime entre ces deux types de manifestation de l'idée, implique une concrétisation aisée des idées, qui améliore l'originalité de la conception.

Les deux modalités de filiation influencent l'originalité de manière équivalente. Celle-ci augmente grâce à la diversité des filiations idéelles et des filiations morphiques structurelles. La filiation morphique plastique, diminue par contre l'originalité des conceptions produites par reproduction formelle des images visualisées, même si elles restent plus originales que les conceptions produites sans visualisation.

2) Les résultats contingents

La visualisation d'images de précédents affecte les idées produites de façon non prédite par les hypothèses. Ces influences produisent des connaissances complémentaires qui constituent nos résultats contingents. Il s'agit de la compréhension de l'impact produit par la

visualisation d'images de précédents sur le rendement des groupes de conceptions et l'apprentissage du sujet concevant.

La visualisation d'images de précédents augmente le rendement du groupe de conception avec visualisation, qui produit plus de conceptions en moins de temps. Ce rendement élevé s'explique par l'apprentissage du sujet concevant, qui opère comme moyen de correction ou d'amélioration des actions antérieures. Cette auto-évaluation fait intervenir les deux niveaux de filiation, idéale et morphique.

Les résultats montrent que l'apprentissage idéal agit au profit de l'originalité. Il opère par changement sélectif et non systématique de filiation. Il réduit le nombre d'images affiliées et la diversité des filiations idéelles des deuxièmes conceptions produites. L'apprentissage idéal ainsi accompli entraîne une économie du temps total de genèse de l'idée, même s'il transforme la recherche de l'idée conceptuelle en une activité plus consommatrice de temps.

Contrairement à l'apprentissage idéal où le changement de filiation est sélectif, l'apprentissage morphique présente un changement systématique de la filiation morphique, même s'il suscite une économie du temps total de genèse de l'idée.

L'apprentissage morphique correspond notamment à l'économie des filiations morphiques, soit par réduction de la diversité des filiations structurelles, soit par élimination de la filiation plastique tout en préservant une filiation structurelle identique. Il augmente également l'originalité des conceptions.

L'apprentissage est une activité sémio-morphique qui englobe les changements des deux types de filiations. Il correspond à une action d'auto-évaluation idéale et morphique à la fois, et à un moyen de correction ou d'amélioration des actions antérieures, au profit de l'originalité.

3) Limites de la recherche

Les limites de cette recherche sont essentiellement dues à la taille du corpus choisi. Le travail ici entrepris, se limite, pour des raisons de faisabilité (temps alloué au magistère), à l'étude, pour le premier niveau d'analyse, de deux recueils, appartenant chacun à une situation de conception différente. Tandis que pour les deux autres niveaux d'analyse, le nombre de cas

étudiés est de six. Un élargissement de ce corpus permettra de mieux asseoir les généralisations opérées.

4) Perspectives

L'analyse réalisée et la méthodologie adoptée par ce travail, nous ont permis d'atteindre les buts de cette recherche, et ont révélé des pistes prometteuses de continuation pour des travaux futurs.

Les limites de la recherche présentées ci-dessus constituent des perspectives de recherche par l'élargissement du corpus, à un nombre plus élevé de sujets concevants, qui permettra de généraliser les résultats obtenus. L'utilisation d'autres méthodes, pour identifier l'impact de la visualisation sur les idées produites, apportera plus de connaissances sur cet impact.

L'une des possibilités de continuation de la recherche, figure dans l'étude du rapport entre l'augmentation du taux de créativité du processus, et l'amélioration de l'originalité des conceptions produites.

Ce travail accorde un intérêt majeur au processus de production sémio-morphique de la genèse de l'idée. Son accomplissement permet la compréhension de l'impact des images de précédents sur l'activité de conception mais il suggère un prolongement qui pourrait s'intéresser à l'impact d'autres types de données externes sur le contenu actif du processus.

Dans le contexte d'approfondissement des connaissances relatives à l'impact de la visualisation d'images sur le travail de conception, il est envisageable d'élaborer des situations expérimentales où la visualisation serait étudiée différemment:

- les sujets concevants peuvent consulter les images d'exemples à tout moment du processus pour déterminer les moments et procédures de la filiation.
- varier le contenu des images, dans différents groupes de conceptions, et comparer l'impact sur le déroulement de l'activité de conception.
- demander aux sujets concevants de verbaliser leurs pensées lors de la visualisation d'images ; ceci permettra de les catégoriser selon la vision du sujet concevant.
- demander aux sujets concevants de faire par eux-mêmes une recherche d'images de précédents avant l'expérience.

L'organisation d'autres travaux expérimentaux permettra, par ailleurs, la connaissance des caractéristiques influentes des images. Ces connaissances peuvent contribuer à la construction d'une méthode d'enseignement moyennant la visualisation comme source d'inspiration.

Nous dirons, pour terminer, que toutes les pistes d'investigation identifiées au dernier chapitre sont autant de perspectives de recherche ouverte par ce travail.

Bibliographie

A

- 1- Akin, Ö. Architect's reasoning with structures and functions. *Environment and planning B: planning and design*, Vol. 20, 1993, pp. 273-294.
- 2- Akin, Ö. An Exploration of the Design Process. In Cross, N. (Ed.), *Developments in Design Methodology*: John Wiley & Sons Ltd, 1984. pp 189-207.
- 3- Antoniadou A. C. *Poetics of architecture. Theory of design*, Van Nostrand Reinhold, New York, 1990.
- 4- Arrouf, A. *Vers une théorie scientifique de la conception architecturale. Contribution à l'épistémologie architecturale et à la modélisation de l'acte de concevoir*, Editions Universitaires Européennes, Saarinen, Allemagne, 2012.
- 5- Arrouf, A., et Bensaci, A. *Concevoir quels temps ? Les temporalités de l'acte de concevoir en architecture*, Basc 2008, Université de Biskra, 2008.
- 6- Arrouf, A., et Bensaci, A. *Modélisation du processus de conception, Etude expérimentale du système compositionnel, instance conception*. in *Courrier du savoir*, Vol.7, Décembre 2006, pp. 67-86.
- 7- Arrouf, A., et Bensaci, A. *La fonction du temps dans le processus de conception*, actes du colloque international « The sense of forms and temporalities of space », Co-organisé par l'association internationale de sémiotique de l'espace (AISE). l'Ecole d'Architecture de Lyon (EAL), l'Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Strasbourg, l'Université Polytechnique de Catalogne et l'Université de Genève, Lyon, 5 et 6 Juillet 2004.
- 8- Austin, J., Delaney, P, F. *Protocol analysis as a tool for behavior analysis*. *Verb. Behav.* 1998, pp. 41-56.

B

- 9- Ball, L.J, Ormerod, T.C., & Morley, N.J. *Spontaneous analogising in engineering design: a comparative analysis of experts and novices*, in *Design Studies*, Vol.25 (5), 2004, pp. 495-508.
- 10- Bensaci, A. *Une théorie générale de l'architecture, morphométrie et modélisation systémique*, Thèse en vue de l'obtention du grade de Docteur ès et lettres et sciences humaines –Doctorat philosophie, Université Jean Moulin, Lyon, 2000.

- 11-**Bhatta, S., Goel, A., & Prabhakar, S. Innovation in analogical design: A model-based approach. Paper presented at the Third International Conference on Artificial Intelligence in Design (AID-94), Aug. 15e18, Lausanne, Switzerland, 1994, pp. 57-74.
- 12-**Bonnardel, N. Towards understanding and supporting creativity in design: analogies in a constrained cognitive environment in *Knowledge-Based Systems*, Vol.13 (7e8), 2000, pp. 505-513.
- 13-**Boudon, P. Enseigner la conception architecturale, cours d'architecturologie, *Savoir-faire pour l'architecture*, Edition de la Villette, Paris, 1994, pp. 18-23.

C

- 14-**Casakin, H., and Goldschmidt, G. Reasoning by visual analogy in design problem-solving: the role of guidance. *Journal of Planning and Design in Environment & Planning B*, Vol 27, 2000, pp. 105-119.
- 15-**Chan, C-S. Cognitive processes in architectural design problem solving in *Design Studies*, Vol. 11, N°2, 1990, pp. 60-80.
- 16-**Christensen, B., & Schunn, C. The relationship of analogical distance to analogical function and preinventive structure: the case of engineering design in *Memory and Cognition*, 35(1), 2007, pp.29-38.
- 17-**Cross, N. *Developments in Design Methodology*, John Wiley, London, 1984.
- 18-**Cross, N., Christiaans, H., and Dorst, K., *Analysing Design Activity*, John Wiley Ltd, Chichester, 1996, pp. 1-16.

- 19-**Crutcher, R J. Telling what we know: the use of verbal report methodologie in *Psychological Research*. *Psych. Sci*, 1994, pp. 241-244.

D

- 20-**Deloche, B., Denis, P., Duprat, B. Modélisation des productions d'art et connaissance de la conception in *Cahiers de la recherche architecturale*, N°34, Marseille, Parenthèses, 1993, pp. 159-174.
- 21-**Dorst, K. Design Problem and its Structure, in *Analysing Design Activity*. Ed, John Willey and sons Ltd, West Sussex, 1996.
- 22-**Dorst, K. & Cross, N. Creativity in the design process: co-evolution of problem-solution in *Design Studies*, Vol.22, 2001, pp. 425-437.

23-Dorst, K. & Dijkhuis, J. Comparing paradigms for describing design activity in Design Studies, Vol.16, N°2, 1995, pp. 261-274.

24-Duprat, B. L'analyse des formes architecturales : cadre théorique, méthodes, applications scientifiques [En ligne]. Disponible sur : http://www.laf.archi.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=57%3Aanalyse-morphologique-guide&catid=25%3Aanalyse-morphologique&Itemid=44&lang=fr (consulté le 05 février 2013).

25-Duprat, B., Paulin, M. Le système de la façade et de la baie : maisons à loyer urbaines du XIX^e siècle. Lyon, Cosmogone, 1995.

E

26-Eastman, C.M. Cognitive processes and ill-defined problems: a case study from design, in D. E. Walker & L. M. Norton (eds) : Proceedings of the First Joint International Conference on Artificial Intelligence, Bedford, MA: MITRE, 1969.

27-Eastman, C.M. On the analysis of intuitive design processes, in Moore, G.T. (Ed.), Emerging Methods in Environmental Design and Planning, Cambridge, MA, USA: MIT Press, 1970, pp. 21-37.

28-Ericsson, K A., Simon, H A. Protocol Analysis: Verbal Reports as Data, MIT Press, Cambridge, MA, 1993.

F

29-Finke, R. Creative imagery: Discoveries and inventions in visualization. Erlbaum, Hillsdale, NJ, 1990.

30-Faye, P., Courcoux, P., Qannari, E.M., Giboreau, A. Méthodes de traitement statistique des données issues d'une épreuve de tri libre, in Revue MODULAD, numéro 43, 2011, pp.1-24.

G

31-Gero, J, S., & Tang, H-H. The differences between retrospective and concurrent protocols in revealing the process-oriented aspects of the design process, in Design Studies, Vol.21(3), 2001, pp. 283-295.

32-Gero, J, S., & Mc Neill, Thomas. An Approach to the Analysis of Design Protocols, in Design Studies, Vol.19, 1998, pp. 21-61.

- 33-**Gero, J. S., Research in design computing: an artificial intelligence framework, in X. Huang, S. Yang and H. Wu (eds), International Conference on Artificial Intelligence for Engineering, HUST Press, Wuhan, China, 1998, pp.5-12.
- 34-**Goel, V. Sketches of Thought. MIT Press, Cambridge, 1995.
- 35-**Goldschmidt, G. The designer as a team of one, in Design Studies, Vol.16, 1995, pp. 189-209.
- 36-**Goldschmidt, G. The Dialectics of sketching, in Creativity Research Journal, Vol.4, 1991, pp.123-143.
- 37-**Goldschmidt, G. On visual design thinking: the vis kids of architecture, in Design Studies, 15(2), 1994, pp.158-174.
- 38-**Goldschmidt, G. and Maria, Smolkov. Variances in the impact of visual stimuli on design problem solving performance, in Design Studies , Vol.27, 2006, pp. 549-569.
- 39-**Goldschmidt, G. and Dan, Tatsa. How good are good ideas? Correlates of design creativity, in Design Studies, Vol.26, 2005, pp. 593-611.

H

- 40-**H-H, Tang., and John, S Gero. A content-oriented coding scheme for protocol analysis and computer-aided architectural design, in B-K. Tang, M. Tan and Y-C. Wong (eds), CAADRIA, CASA, Singapore, 2000, pp. 265-275.
- 41-**Hui, Cai., Ellen, Yi-Luen., Do. and Craig, M. Zimring. Extended linkography and distance graph in design evaluation: an empirical study of the dual effects of inspiration sources in creative design, in Design studies, Vol.31 ,2009, pp. 146-168.

J

- 42-**Jansson, D. G., Smith, S. M. Design fixation, in Design Studies, Vol.12 (1), 1991, pp. 3-11.
- 43-**Jiang, H., Yen, C.C. Protocol Analysis, in Design Research: a review. Paper presented at the "Design | Rigor & Relevance", International Association of Societies of Design Research (IASDR) 2009 Conference, Seoul, Korea. Oct 2009, pp. 18-22.

K

- 44-**Kavakli, M., and Gero, J. S. The structure of concurrent cognitive actions: A case study of novice and expert designers, in *Design studies*, Vol.23 (1), 2002, pp.25-40.
- 45-**Kokotovich, V., & Purcell, A. T., Mental synthesis and creativity in design: an experimental examination, in *Design Studies*, 21(5), 2000, pp.473-499.

L

- 46-** Lexis, Dictionnaire de la langue française, sous la direction de Jean Dubois. Larousse, Paris, 1994.
- 47-**Lebart, L., Morineau, A., Piron, M. Statistiques exploratoires multidimensionnelles. Dunod, 4ème édition, refondue, Paris, 2006, 480p.
- 48-**Linsey, J., Wood, K., & Markman, A. Modality and representation in analogy, in *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*. Cambridge University Press, Vol.22 (02), 2008, pp. 85-100.
- 49-**Linstone, H.A., and Turoff, M. *The Delphi Method Techniques and Applications*, Addison-Wesley, Reading, MA, 1975.
- 50-**Lombardot, E. Corrélation, régression et causalité [En ligne]. Disponible sur : http://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CDMQFjAA&url=http%3A%2F%2Fepi.univ-paris1.fr%2Fservelet%2Fcom.univ.collaboratif.utils.LectureFichiergw%3FID_FICHE%3D54903%26O_BJET%3D0008%26ID_FICHER%3D146082&ei=KzMxU_fJEquO7QaezIDADw&usg=AFQjCNHDKjHVHGhSpWPBjrlCNXDONbinWg&bvm=bv.63587204,d.bGE (consulté le 25 février 2014).

M

- 51-**Malaga, R. A. The effect of stimulus modes and associative distance in individual creativity support systems, in *Decision Support Systems*, Vol.29 (2), 2000, pp.125-141.
- 52-**Mednick, S. The associative basis of the creative process, in *Psychological Review*, Vol.69(3), 1962, pp.220-232.
- 53-**Mc. Neill, T., Gero, J. S., Warren, J. Understanding conceptual electronic design using protocol analysis. in *Research in Engineering Design*, Vol. 10, 1998, pp. 129-140.

N

- 54-**Newell, A. On the Analysis of Human Problem Solving Protocols. in International Symposium on Mathematical and Computational Methods in the Social Sciences. Rome, Italy, 1966, pp. 145-185.
- 55-**Novick, L. R. Analogical transfer, problem similarity, and expertise, in Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, Vol.14 (3), 1988, pp. 510-520.

P

- 56-**Perttula, M., & Sipila, P. The idea exposure paradigm in design idea generation, in Journal of Engineering Design, Vol.18 (1), 2007, pp. 93-102.
- 57-**Pritchard, R.D., and Watson, M. D. Understanding and measuring group productivity. in S Worchel, W Wood and J A Simpson (eds), Group processes and productivity, Sage Publications, Newbury Park, CA, 1992, pp. 251-275.
- 58-**Purcell, A. T., & Gero, J. S., Design and other types of fixation, in Design Studies, Vol.17(4), 1996, pp. 363-383.

R

- 59-**Robbins, E. Why Architects Draw. MIT Press, Cambridge, 1994.
- 60-**Roux, M. Algorithmes de Classification. Masson, Paris, 1985.
- 61-**Runco, R., Charles, R. Judgments of originality and appropriateness as predictors of creativity, Person. Pergamon Press Ltd, Vol. 15, No. 5, California State University, Fullerton, U.S.A, 1993, pp. 537-546.

S

- 62-**Schön, D. A. The Reflective Practitioner. Harper Collins, 1983, USA.
- 63-**Schön, D. A., Wiggins, G. Kind of seeing and their functions in designing, in Design Studies, Vol.13, 1992, pp. 135-156.

- 64**-Simon, H.A., Kaplan, C.A. Foundation of cognitive science, in Posner M.I (ed.), foundations of cognitive science, Cambridge, MA: MIT Press, 1989, pp.301-356.
- 65**-Suwa, M., Tversky, B. How do architects interact with their design sketches in exploring design ideas?. Proceedings of the 4th Australian Cognitive Science Conference '97, Newcastle, Australia, 1997-a.
- 66**-Suwa, M., Tversky, B. What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, in Design Studies, Vol.18 (4), 1997-b, pp.385-403.
- 67**-Suwa, M., Gero, J.S., and Purcell, T. The roles of sketches in early conceptual design processes. in Proceedings of Twentieth Annual Meeting of the Cognitive Science Society, Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ, 1998, pp. 1043-1048.
- 68**-Suwa, M., Purcell, T., and Gero, J. S., Macroscopic Analysis of Design processes based on a scheme for coding designer's cognitive actions, in Design Studies, Vol.19, 1998, pp. 455-483.
- 69**-Suwa, M., Tversky, B., Gero, J.S., and Purcell, T. Seeing into sketches: regrouping parts encourages new interpretations. Visual and Spatial Reasoning in Design II, Key Centre of Design Computing and Cognition, University of Sydney, Australia, 2001, pp. 207-219.
- 70**-Suwa, M., Gero, J. S., and Purcell, T. Unexpected discoveries: How designers discover hidden features in sketches, in Gero, J. S. and Tversky, B. (eds), Visual and Spatial Reasoning in Design, Key Centre of Design Computing and Cognition, University of Sydney, Sydney, Australia, 1999, pp. 145-162.

T

- 71**-Tang, H-H., & Gero, J. S. A cognitive method to measure potential creativity in designing. in Bento C., Cardoso A. and Wiggins G. (eds), Workshop 17 – Creative systems: Approaches to creativity in AI and cognitive science, ECAI-02, Lyon, 2002, pp. 47-54.

U

- 72**-Ullman, D.G., Deiterich, T.G., and Stauffer, L. A Model of the Mechanical Design Process Based on Empirical Data. Artificial Intelligence in Engineering, in Design and Manufacture, Vol.2 (1), 1988, pp. 33-52.

V

- 73**-Van Someren, M. W., Barnard, Y. F., and Sandberth, J.A.C. The Think Aloud Method: A Practical Guide to Modelling Cognitive Processes. Academic Press, London, 1994.