

Conception de l'artefact, conception du collectif: dynamique d'un processus de conception ouvert et continu dans une communauté de développement de logiciels libres

Flore Barcellini

▶ **To cite this version:**

Flore Barcellini. Conception de l'artefact, conception du collectif: dynamique d'un processus de conception ouvert et continu dans une communauté de développement de logiciels libres. Sciences de l'Homme et Société. Conservatoire national des arts et metiers - CNAM, 2008. Français. NNT : . tel-00350212

HAL Id: tel-00350212
https://theses.hal.science/tel-00350212

Submitted on 6 Jan 2009

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

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

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS

THÈSE

présentée en vue de l'obtention du

DOCTORAT D'ERGONOMIE

Soutenue publiquement par

Flore Barcellini

Conception de l'artefact, conception du collectif

Dynamique d'un processus de conception ouvert et continu dans une communauté de développement de logiciels libres

Soutenue le 28 novembre 2008 devant le jury composé de :

Michael Baker	**Rapporteur**
Jean-Marie Burkhardt	**Co-directeur de thèse**
Marianne Cerf	**Rapporteure**
Bernard Conein	**Examinateur**
Françoise Détienne	**Directrice de thèse**
Pierre Falzon	**Examinateur**

Remerciements

Mes premiers remerciements vont à Françoise Détienne et Jean-Marie Burkhardt qui ont encadré ce travail. Je les remercie tous deux pour les quatre années riches d'enseignements et de complicité que nous avons passées ensemble. Je les remercie pour la confiance et l'indépendance qu'ils m'ont accordées, ainsi que pour leur très grande disponibilité qui m'ont permis, je l'espère, de progresser dans le bon sens. Françoise je te remercie pour ta finesse et ton attention. Jean-Marie, merci pour ta rigueur et ton exigence.

Je tiens ensuite à remercier les membres du jury, Michael Baker, Marianne Cerf, Bernard Conein et Pierre Falzon pour l'intérêt qu'ils ont accepté d'accorder à ce travail.

Je remercie également Pierre Falzon de m'avoir accueillie au sein du Laboratoire d'Ergonomie du Cnam et de m'avoir fait confiance en me proposant d'intégrer l' équipe d'enseignements de la chaire d'Ergonomie. Merci également pour votre disponibilité malgré votre emploi du temps surchargé.

Merci à l'ensemble des responsables d'enseignements qui m'ont permis d'enseigner au Cnam (Pascal Béguin, Pierre Falzon, Tahar-Hakim Benchekroun), à l'Université de Rennes 2 (Pascal Plantard), à l'Université Paris 5 (Catherine Delgoulet et Elizabeth Delozanne), à l'Institut de Cognitique (Bernard Claverie) et enfin à l'Université de Technologie de Troyes (Manuel Zacklad, Nadia Gauducheau et Hassan Atifi).

Cette thèse clot un cycle de 5 années passées au Cnam sur les bancs des amphis, puis dans les bureaux. Je tiens donc à remercier l'ensemble des enseignants de la chaire d'Ergonomie pour la grande qualité de leurs enseignements : Pascal Béguin, Tahar-Hakim Benchekroun, Françoise Darses, Bernard Denoeud, Michel Millanvoye, Vanina Mollo, et Michel Raquillet. Merci également à l'ensemble des membres du laboratoire. Merci à Jean-Claude Vautrin pour son soutien technique souvent bien utile. Merci à Denise Guyot pour son écoute, sa gentillesse et son professionalisme. Merci à Jocelyne David-Saïac pour son écoute et sa disponiblité. Merci à Catherine Teiger et Jacque Leplat : leur expérience est bien utile pour remettre les choses en perspective. Merci à Sylvie Guibert. Merci à Adélaïde Nascimento. Et enfin, un grand merci à Lucie Cuvelier, Céline Gontier et Thierry Février-Quesada pour leurs attentions et leurs pensées positives.

Cette thèse s'est, également, en partie déroulée à l'INRIA où je tiens à remercier Nathalie Gaudechoux pour sa bonne humeur, sa grande compétence et son gâteau au chocolat. Merci également à Willemien Wisser et à Béatrice Cahour , maintenant à TelecomParisTech, pour leur attention et leur gentillesse.

Par ailleurs, cette thèse a bénéficié de la disponiblité des membres, utilisateurs et développeurs, de la communauté Python que je tiens à remercier.

Un GRAND MERCI aux personnes qui m'ont beaucoup aidée en relisant des parties de ce manuscrit. Merci à Céline, France, Emilie, Ludivine, Etienne , Lucie, Anaïs, Linda et Thérèse !

J'adresse mes derniers remerciements à mes proches dont le soutien a été d'un très grand réconfort lors de cette dernière année. Merci aux anges d'être là, encore et toujours. Merci à France, Etienne, Emilie, Bertrand, Lucie, Anne-Sophie et bien sûr à Nicolas.

Table des matières

INTRODUCTION **1**

La conception de Logiciels libres ou Open Source : une nouvelle organisation du travail de conception 2

Objectifs et plan de la these 5

PARTIE I. CONTEXTE DE L'ETUDE **8**

CHAPITRE 1 MOUVEMENT DES LOGICIELS LIBRES OU OPEN SOURCE ET ORGANISATION DU PROCESSUS DE CONCEPTION **9**

1 Mouvement des Logiciels libres ou Open Source 9

1.1 Naissance du mouvement LOS *9*

1.2 Taxonomie des projets Libres et Open Source *11*

1.3 Participation aux projets LOS *13*

2 Organisation de la conception des Logiciels libres ou Open Source 14

2.1 Un processus de conception distant, médié et asynchrone *15*

2.2 Statuts des participants à la conception *17*

2.3 Un processus de conception ouvert et continu émergeant des discussions en ligne *19*

2.4 Coordination dans les projets LOS *23*

3 Vers une caracterisation de l'organisation sociale, des activites de conception et du role des participants du processus de conception LOS 26

PARTIE II. CADRE THEORIQUE **28**

CHAPITRE 2 ORGANISATION SOCIALE DES COLLECTIFS LOS **29**

1 Communautes en ligne, communautes de pratique et communautes epistemiques 29

1.1 Un apport du concept de communauté pour décrire les organisations basées sur la participation *29*

1.2 Le concept de communauté : des collectifs sans règle institutionnalisée *30*

1.3 Communautés en ligne : un focus sur la communication médiée *31*

1.4 Communauté de pratique et communauté épistémique : un focus sur l'apprentissage ou la production et l'échange de connaissances *33*

1.5 Synthèse sur les concepts de communautés *35*

2 Une organisation sociale des collectifs LOS en communautes de pratique epistemiques en ligne 36

2.1 Une organisation sociale en communauté en ligne *36*

2.2 Une organisation sociale en communauté de pratique migrant vers une communauté épistémique *37*

3 UNE ORGANISATION SOCIALE DEPENDANTE DE LA NATURE DES ACTIVITES DES PARTICIPANTS ET DE LEUR DOMAINE D'INTERET ? 37

CHAPITRE 3 ACTIVITES COLLABORATIVES DANS LES SITUATIONS DE CONCEPTION MEDIEES 39

1 ACTIVITES COLLABORATIVES DE CONCEPTION 39

1.1 Trois types d'activités collaboratives de conception 40

1.2 Natures des connaissances échangées dans les situations de conception collaboratives 43

1.3 Des réunions de conception marquées par des séquences typiques d'activités et la prédominance des activités de synchronisation cognitive 44

2 CONSCIENCE DU PROCESSUS DE CONCEPTION ET CONSCIENCE SOCIALE DANS LES SITUATIONS COLLABORATIVES DISTANTES ET MEDIEES 45

2.1 Pauvreté des interactions distantes et degré de couplage des tâches 46

2.2 Conscience du processus de conception et conscience sociale 46

2.3 Conscience du processus de conception et conscience sociale dans les projets LOS 49

3 INSTRUMENTATION DES SITUATIONS DE CONCEPTION COLLABORATIVES DISTANTES 49

3.1 Instrumenter la conscience du processus de conception 50

3.2 Les discussions en ligne comme lieu privilégié des activités collaboratives de conception de LOS . 51

4 VERS UNE CARACTERISATION DES ACTIVITES COLLABORATIVES DE CONCEPTION ET DE LA DYNAMIQUE DES DISCUSSIONS EN LIGNE DE CONCEPTION 53

CHAPITRE 4 PARTICIPATION AU PROCESSUS DE CONCEPTION: UNE APPROCHE PAR LA NOTION DE ROLE 54

1 UN ROLE FONCTION DES ACTIVITES DES PARTICIPANTS 54

1.1 Rôle et statut 54

1.2 Rôles interactifs, rôles orientés vers la tâche et rôles socio-relationnels 55

2 DES PROFILS CLES, COMBINAISONS DE ROLES, GARANTISSANT L'EFFICACITE DU PROCESSUS DE CONCEPTION 57

2.1 Les acteurs d'interface 57

2.2 Les leaders 58

2.3 Les super-experts 59

3 PARTICIPATION ET ROLES DANS LES COMMUNAUTES EN LIGNE ET DANS LES COMMUNAUTES LOS 61

3.1 Des études de la participation aux communautés en ligne dominées par des analyses structurelles 61

3.2 Rôles interactifs dans les discussions en ligne 62

3.3 Le profil d'animateur et de participant commun dans les discussions en ligne 62

3.4 Evolutions des statuts dans les communautés LOS 64

4 VERS UNE ANALYSE DES ROLES ET DE LA PARTICIPATION DANS LES COLLECTIFS LOS 65

PARTIE III. PROBLEMATIQUE ET STRATEGIE DE RECHERCHE 67

CHAPITRE 5 PROBLEMATIQUE DE RECHERCHE 68

CHAPITRE 6 STRATEGIE DE RECHERCHE 71

1 TERRAIN DE RECHERCHE : LE PROJET PYTHON 71

1.1 Un projet de conception Open Source stable et orienté vers la conception 71

1.2 Un projet disposant d'un processus de conception prescrit : le Python Enhancement Proposal (PEP) 72

1.3 Intérêt méthodologique du processus PEP et sélection de corpora PEPs 74

2 COMBINAISON D'ENTRETIENS, D'OBSERVATIONS ET D'ANALYSES STRUCTURELLES ET DE CONTENU DANS LES TROIS ESPACES D'ACTIVITE 76

2.1 Entretiens et observations 76

2.2 Analyses des traces de processus de conception 76

2.3 Utilisation de statistiques descriptives pour le traitement des données 81

PARTIE IV. CONTRIBUTIONS EMPIRIQUES 83

CHAPITRE 7 PARTICIPATION GLOBALE AUX DISCUSSIONS EN LIGNE ET AUX PROCESSUS PEP DU PROJET PYTHON 84

1 METHODE : ANALYSE DE TRACES DES ESPACES DE DISCUSSION ET DE DOCUMENTATION 84

1.1 Détermination du statut des participants 84

1.2 Analyse du niveau de participation aux discussions en ligne du projet Python 85

1.3 Analyse globale du processus PEP 87

2 RESULTATS: PARTICIPATION GLOBALE AUX DISCUSSIONS ET AUX PROCESSUS PEPS 87

2.1 Stabilité de la participation aux discussions en ligne du projet et augmentation du nombre de développeurs statutaires 87

2.2 Participation aux discussions dans les listes orientées usage et conception et statuts des participants 89

2.3 Statuts et participation aux discussions en ligne des listes orientées usage et conception 93

2.4 Analyse globale des PEPs 98

3 CONCLUSION 100

CHAPITRE 8 FRONTIERES, CONSCIENCE DU PROJET ET BARRIERES A LA PARTICIPATION DANS LE PROJET PYTHON 102

1 METHODE : ENTRETIENS SEMI-DIRIGES 102

1.1 Modalités de passation et sélection des interviewés 102

1.2 Analyse qualitative du thème des entretiens 103

1.3 Confrontation à la modélisation du projet Python 104

2 RESULTATS 105

2.1 Modélisation du projet Python : un projet constitué de communautés liées aux intérêts et aux activités des participants 105

2.2 Conscience sociale et rôles des participants 108

2.3 Conscience du processus de conception 110

2.4 Dynamique de construction de la conscience sociale et de la conscience du processus de conception 113
2.5 Des barrières à la participation et à la construction de la conscience du projet *114*
3 CONCLUSION 115
3.1 Communauté orientée conception, communautés orientée usage et rôles des participants dans le projet Python *115*
3.2 Une construction de la conscience du projet à travers les trois espaces d'activité *117*
3.3 Barrières à la participation et performance du processus de conception LOS *117*

CHAPITRE 9 PERSPECTIVE SYNCHRONIQUE DU PROCESSUS DE CONCEPTION ET DE LA PARTICIPATION 118

1 METHODE : ANALYSES DE TRACES DE L'ESPACE DE DISCUSSION 118
1.1 Recueil et sélection des données *118*
1.2 Organisation thématique et chronologique des discussions de conception *120*
1.3 Analyse du rôle des participants *122*
2 RESULTATS 125
2.1 Organisation et dynamique du processus de conception *125*
2.2 Rôles des participants dans la discussion « centrée génération de solutions» (PEP 279) *137*
2.3 Rôles dans la discussion « centrée clarification » (PEP 285) *149*
3 CONCLUSION 160
3.1 Organisation et dynamique du processus de conception *160*
3.2 Rôles des participants aux processus de conception *162*

CHAPITRE 10 PERSPECTIVE DIACHRONIQUE DU PROCESSUS DE CONCEPTION ET DE LA PARTICIPATION 165

1 METHODE : ANALYSE DE TRACES DES ESPACES D'ACTIVITE ET ENTRETIENS SEMI-DIRIGES 165
1.1 Sélection et recueil de données *165*
1.2 Organisation du processus de conception continu *167*
1.3 Rôles des participants dans les discussions parallèles de même thème *169*
2 RESULTATS 173
2.1 Organisation du processus de conception continu *173*
2.2 Dynamique cognitive et épistémique des discussions en ligne en parallèle de même thème *184*
2.3 Rôles des participants dans le processus de conception continu *189*
3 CONCLUSIONS 205
3.1 Une complémentarité des listes orientées usage et conception dans le processus de conception continu *205*
3.2 Participation et rôles dans le processus de conception continu *207*

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE 210

1 CONCEPTION DE L'ARTEFACT, CONCEPTION DU COLLECTIF ET APPORTS METHODOLOGIQUES 211
1.1 Conception de l'artefact *211*

1.2 Participation et conception du collectif *213*
1.3 Apports méthodologiques *217*
2 PERSPECTIVES DE RECHERCHE 218
2.1 Dépasser les barrières à la participation au processus de conception? *218*
2.2 Vers des outils soutenant la recherche, l'organisation de la conception et les activités réflexives ? *221*
BIBLIOGRAPHIE **224**

Liste des tableaux

Tableau 1 Effectifs moyens de participants, de messages postés et de discussions différentes sur les listes orientées usage et conception de 2001 à 2006 88
Tableau 2 Evolution du nombre de développeurs de Python de 2001 à 2006 89
Tableau 3 Participation et présence sur la liste orientée usage pour l'année 2004 90
Tableau 4 Participation et présence sur la liste orientée conception pour l'année 2004 90
Tableau 5 Participation et présence dans les discussions PEPs de la liste orientée usage pour l'année 2004 91
Tableau 6 Participation et présence dans les discussions PEPs de la liste orientée conception pour l'année 2004 91
Tableau 7 Distributions des participants et du nombre de messages postés, en fonction du statut, sur la liste orientée usage pour l'année 2004 93
Tableau 8 Distributions des participants et du nombre de messages postés, en fonction du statut, sur la liste orientée conception pour l'année 2004 94
Tableau 9 Distributions des participants et du nombre de messages postés, en fonction du statut, sur la liste orientée usage pour l'année 2004 96
Tableau 10 Distributions des participants et du nombre de messages postés, en fonction du statut, sur la liste orientée conception pour l'année 2004 96
Tableau 11 Statut des interviewés et modalités de passation des entretiens 103
Tableau 12 Thèmes de conception abordés dans la discussion PEP 279 120
Tableau 13 Thèmes de conception abordés dans la discussion PEP 285 121
Tableau 14 Schéma de codage des activités collaboratives de conception 124
Tableau 15 Délais d'apparition des premières citations pour les discussions PEP 279 et PEP 285 129
Tableau 16 Distribution des participants et du nombre de messages postés en fonction du statut dans la discussion PEP 279 139
Tableau 17 Distribution du nombre de citations par participants dans la discussion PEP 279 141
Tableau 18 Distribution des contributions en termes d'activités collaboratives de conception en fonction du statut pour la discussion PEP 279 145

Tableau 19 Distribution du nombre de participants et du nombre de messages postés en fonction du statut dans la discussion PEP 285 151
Tableau 20 Distribution du nombre citations par participants dans la discussion PEP 285 ..152
Tableau 21 Distribution des contributions en termes d'activités collaboratives de conception en fonction du statut pour la discussion PEP 285 155
Tableau 22 Description des deux corpora portant sur la proposition décimal 166
Tableau 23 Schéma de codage des activités collaboratives de conception et des relations interpersonnelles.....171
Tableau 24 Schéma de codage des connaissances échangées dans le processus de conception 172
Tableau 25 Distribution des effectifs de participants en fonction du statut, sur les listes orientées usage et conception, dans le processus de conception décimal 178
Tableau 26 Distribution des effectifs de messages postés par les participants en fonction du statut, sur les listes orientées usage et conception, dans le processus de conception décimal 179
Tableau 27 Distribution des effectifs de participants en fonction de la régularité de participation, sur les listes orientées usage et conception, dans le processus de conception décimal.....181
Tableau 28 Distribution des effectifs de messages postés en fonction de la régularité de participation, sur les listes orientées usage et conception, dans le processus de conception décimal.....181
Tableau 29 Distribution de la participation sur la liste orientée usage pour les discussions parallèles de même thème dans le processus de conception décimal 190
Tableau 30 Distribution de la participation sur la liste orientée conception pour les discussions parallèles de même thème dans le processus de conception décimal 190
Tableau 31 Distribution du nombre de citations en fonction du type de participants et de la liste, dans le processus de conception décimal 191
Tableau 32 Répartitions des contributions et des apports de connaissances sur les listes orientées usage et conception dans les discussions de même thème du processus de conception décimal.....195

Liste des figures

Figure 1 Espaces d'activité et distribution de processus de conception LOS sur Internet.....16
Figure 2 Statut des participants aux projets LOS.....19
Figure 3 Structure de réseau d'après Oberlé (1995a).....56
Figure 4 Perspectives diachronique et synchronique d'étude du processus PEP.....69
Figure 5 Distribution du processus PEP dans les trois espaces d'activité 74
Figure 6 Lien entre le statut du champion des PEPs et le type de PEP.....99
Figure 7 Lien entre l'issue d'un PEP et les listes dans lesquelles ils sont discutés 100
Figure 8 Le projet Python : cœur du langage et domaines d'application.....106
Figure 9 Communauté des concepteurs et communautés des utilisateurs de Python 116
Figure 10 Représentation de l'évolution des thèmes de conception pour PEP 279.....126
Figure 11 Représentation de l'évolution des thèmes de conception pour PEP 285.....127
Figure 12 Organisation temporelle de la discussion PEP 279 130
Figure 13 Organisation temporelle de la discussion PEP 285 131
Figure 14 Distribution des activités dans les commentaires pour PEP 279 et PEP 285 134
Figure 15 Distribution des activités les plus citées pour les discussions PEP 279 et PEP 285 135
Figure 16 Représentation de la discussion PEP 279 en fonction des statuts.....138
Figure 17 Distribution de la place dans la discussion PEP 279 en fonction du statut 142
Figure 18 Distribution des statuts des participants cités et citants pour la discussion PEP 279 143
Figure 19 Graphe d'attraction « qui cite qui » en fonction du statut des participants pour la discussion PEP 279. 143
Figure 20 Distribution des activités collaboratives de conception en fonction du statut des participants pour la discussion PEP 279 145
Figure 21 Graphe d'attraction activités-statut pour la discussion PEP 279 146
Figure 22 Distribution des activités collaboratives de conception des participants les plus forts pour la discussion PEP 279 148
Figure 23 Représentation de la discussion PEP 285 en fonction des statuts 150
Figure 24 Distribution de la place en fonction du statut dans la discussion PEP 285 153

Figure 25 Distribution des statuts des participants cités et citant pour la discussion PEP 285 154
Figure 26 Graphe d'attraction « qui cite qui » en fonction du statut des participants PEP 285 154
Figure 27 Distribution des activités collaboratives de conception en fonction du statut des participants pour PEP 285 156
Figure 28 Graphe d'attraction activités-statut pour la discussion PEP 285 157
Figure 29 Distribution des activités collaboratives de conception des participants les plus forts pour la discussion PEP 285 158
Figure 30 Représentation de la proposition rejetée du processus de conception décimal dans les trois espaces d'activité 174
Figure 31 Représentation du processus de conception de la proposition acceptée du processus de conception décimal dans les trois espaces d'activité 175
Figure 32 Répartition des activités collaboratives sur la liste usage et la liste développement dans les discussions parallèles de même thème dans le processus de conception décimal 185
Figure 33 Répartition des apports de connaissances sur la liste orientée usage et la liste orientée conception dans les discussions parallèles de même thème dans le processus de conception décimal 186
Figure 34 Répartition des apports de connaissances liées à l'usage dans les discussions parallèles de même thème dans le processus de conception décimal 187
Figure 35 Répartition des places dans les discussions sur les listes orientées usage et conception pour le processus de conception décimal 192
Figure 36 Répartition des citations entre les participants dans les deux listes orientées usage et conception dans le processus de conception décimal 193
Figure 37 Réseau de citations des discussions parallèles de même thème dans le processus de conception décimal 193
Figure 38 Distribution des activités collaboratives de conception parmi les participants sur la liste orientée usage dans le processus de conception décimal 196
Figure 39 Distribution des activités collaboratives de conception parmi les participants sur la liste orientée conception dans le processus de conception décimal 197
Figure 40 Graphe d'attraction des activités collaboratives privilégiées des participants, suivant la liste de discussion, dans les discussions parallèles de même thème du processus de conception décimal 197

Figure 41 Répartition des apports de connaissances entre les participants dans les discussions parallèles de même thème sur la liste orientée usage dans le processus de conception décimal 200
Figure 42 Répartition des apports de connaissances entre les participants dans les discussions parallèles de même thème sur la liste orientée conception dans le processus de conception décimal.....200
Figure 43 Graphe d'attraction des apports de connaissances privilégiées des participants dans les discussions parallèles de même thème du processus de conception décimal 202
Figure 44 Communautés orientées usage et conception et réseaux de conception locaux 214
Figure 45 Barrières à la participation au processus de conception des LOS 220

Glossaire

Agile ou méthode agile	Ensemble de méthodes visant à simplifier le processus de conception logiciel et à donner une place importante aux clients dans ce processus. Ces méthodes prônent le prototypage rapide et la mise en production rapide des modifications.
Apache	Logiciels libres designant une famille de *serveur* parmi les plus répandus pour gérer les données sur Internet.
Blog	Un *blog* (pour web log) est un site web constitué par la réunion d'articles agglomérés au fil du temps. Chaque article est, à l'image d'un journal de bord ou d'un journal intime, sur lequel chaque lecteur peut généralement apporter des commentaires.
Bug ou dysfonctionnement	Défaut de conception ou de réalisation d'un programme se manifestant par des anomalies de fonctionnement.
Core team	Administrateurs d'un projet de logiciels libres ou Open Source, c'est-à-dire ensemble des personnes disposant de tous les droits de modifications du code source du logiciel.
CVS pour Concurrent Versions System	Système de gestions de versions de code informatique.
Développement	Activité qui consiste à définir les *spécifications* fonctionnelles d'un logiciel, de produire et de tester le code informatique, pour finir par le déployer (permettre qu'il soit utilisé).
Développeur	Se dit, de manière générale, d'un informaticien qui programme des logiciels dans différents langages informatiques. Dans le monde des LOS, le terme de *développeur* renvoie à un statut formel qui confère aux personnes le droit d'apporter directement des modifications au code informatique.
Extreme programming	L'Extreme Programming (XP) repose sur des cycles rapides de développement (des itérations de quelques semaines) dont les étapes sont les suivantes : – une phase d'exploration détermine les scénarios clients qui seront fournis pendant cette itération ; – l'équipe transforme les scénarios en tâches à réaliser et en tests

	fonctionnels ; – chaque développeur s'attribue des tâches et les réalise avec un binôme ; Lorsque tous les tests fonctionnels passent, le produit est livré. Le cycle se répète tant que le client peut fournir des scénarios à livrer.
Forge	Par analogie avec la forge du forgeron, la forge en informatique est le système coopératif de gestion de code dans lequel le logiciel va être formé en travaillant ensemble différents éléments de code. Les systèmes de forge les plus connus sont sourceforge ou freshmeat.
GNOME	Logiciel libre (acronyme de *GNU* Network Object Model Environment) constituant un environnement de bureau dont l'objectif est de rendre accessible l'utilisation du système d'exploitation *GNU* au plus grand nombre ; cette interface est actuellement populaire sur les systèmes *GNU*/Linux.
GNU	*GNU* est un projet de système d'exploitation composé exclusivement de logiciels libres. Acronyme recursif de « *GNU* is not *UNIX* » en référence d'une part à sa similitude avec *UNIX* et d'autre part à sa volonté d'échapper à toute pression des « propriétaires » d'*UNIX*.
Implémentation	Traduction d'un algorithme en langage de programmation (anglicisme).
Logiciels libres ou Open Source (LOS)	Un logiciel libre (voir le site de la Free Software Foundation, http://fsffrance.org/) est un logiciel qui donne à toute personne, qui en possède une copie, le droit de l'utiliser, de l'étudier, de le modifier et de le redistribuer. Ce droit est souvent donné par une licence dite libre (type General Public License). Un logiciel Open Source est un logiciel dont le code source est ouvert, mais qui confère moins de liberté qu'un logiciel libre à ses utilisateurs (www.opensource.org). Les licences Open Source diffèrent à ce titre des licences dites libres.
Linux	Linux est un système d'exploitation aussi appelé parfois *GNU*/Linux, construit sur la base du noyau linux. Il s'agit d'un système dérivé de *UNIX*.
Pair programming	La programmation se fait par deux. Le premier, appelé driver (ou pilote), a le clavier. C'est lui qui va travailler sur la portion de

	code à écrire. Le second, appelé partner (ou co-pilote), est là pour l'aider, en suggérant de nouvelles possibilités ou en décelant d'éventuels problèmes.
Serveur/Client	Au sens propre, un *serveur* est une entité qui effectue un service. Un *serveur* informatique est un ordinateur ou un programme informatique qui rend service aux ordinateurs et logiciels qui s'y connectent à travers un réseau informatique, les clients. Ce service peut consister à stocker des fichiers, transférer le courrier électronique, héberger un site Web, etc. Un logiciel client envoie une requête à un logiciel *serveur* qui lui répond, le tout suivant un protocole de communication. (http://fr.wikipedia.org/wiki/*Serveur*_informatique , 25 juillet 2007)
SVN pour Subversion	Système de gestions de versions de code informatique
Utilisabilité	Degré selon lequel un produit peut-être utilisé par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié (Norme ISO 9241-11).
UNIX	*UNIX* est le nom d'un système d'exploitation multitâche et multiutilisateur créé en 1969, à usage principalement professionnel, conceptuellement ouvert et fondé sur une approche par laquelle il offre de nombreux petits outils chacun dotés d'une mission spécifique.
Wiki	De l'hawaïen "wiki-wiki", signifiant "vite". Un wiki est un site Web susceptible d'être mis à jour facilement et rapidement par n'importe quel visiteur. Par abus de langage, le terme désigne aussi bien les outils utilisés pour créer un wiki (Wiki engines, en anglais) que les sites *wiki* proprement dit. Ils peuvent être utilisés pour échanger des informations ou rédiger de manière collaborative un document ou article, chaque utilisateur pouvant enrichir ou modifier le contenu d'une page. Un célèbre exemple de *wiki* est l'encyclopédie collaborative en ligne *wiki*pedia.

Introduction

Le développement des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) rend aujourd'hui possible des interactions médiées à distance, « en ligne », entre un grand nombre de personnes, au travail, mais également dans la société en général. Des groupes de personnes partageant un intérêt commun peuvent ainsi « se connecter ensemble » à Internet avec des objectifs divers. Ils constituent ce qu'on appelle des communautés en ligne (p.ex. Preece, 2000 ; Proulx et Latzko-Toth, 2000) qui peuvent avoir pour objectif de développer une encyclopédie en ligne (p.ex. wikipédia), d'échanger soutien et conseil autour d'une maladie ou encore de concevoir et/ou utiliser des logiciels (communautés des Logiciels Libres ou Open Source).

De façon concomitante, ces modes d'interactions médiées à distance se sont également développées au travail et dans les situations de conception. Des équipes de concepteurs (de logiciels, d'automobiles, de bâtiments…) peuvent ainsi travailler ensemble alors qu'ils se trouvent sur des sites ou dans des pays différents. Des entreprises peuvent également fonctionner de manière partielle, ou totale, en télétravail[1].

Ces nouvelles situations de travail et d'interaction finalisées en ligne sont porteuses des prémices éventuelles de mutations socio-organisationnelles au travail. La conception de Logiciels libres ou Open Source (LOS) qui se situe au croisement de l'émergence de la participation citoyenne en ligne et des situations de conception distribuées, représente alors un modèle pertinent pour leur compréhension.

La conception de Logiciels libres ou Open Source : une nouvelle organisation du travail de conception

Les LOS sont nés au début des années 80, en réponse aux monopoles naissant de certains logiciels propriétaires. Ils se sont depuis de plus en plus répandus dans le monde informatique, sous l'impulsion d'Internet : on compte des milliers de LOS et des millions d'utilisateurs pour les projets LOS les plus réputés comme Mozilla (www.mozilla.org), *Apache* (www.apache.org) ou bien *Linux* (www.linux.org)[2].

L'artefact logiciel Libre ou Open Source est un logiciel qui peut être modifié, exécuté et redistribué par ses utilisateurs, ceci grâce à des licences d'utilisation spécifiques qui « ouvrent le code » – d'où le terme *Open Source*- c'est-à-dire qui donnent la possibilité aux utilisateurs des logiciels d'avoir accès à leur code source (voir p.ex Fitzgerald, 2006).

Les projets LOS sont organisés en collectifs communautaires sur la base de la participation volontaire de leurs membres. Les activités y sont distribuées de façon quasi-totale sur Internet. La conception de ces LOS est donc soutenue par une nouvelle organisation du

[1] Voir par exemple (Barcellini, 2007e) pour une analyse de l'activité d'une société de service entièrement distribuée.

[2] Linux est un système d'exploitation libre (logiciel organisant le travail de base d'un ordinateur) stéréotype du modèle de développement des LOS. Mozilla est une suite d'outils internet (navigateur et client courrier) dont la société Netscape a ouvert le code source. Apache est une famille de *serveur* la plus répandue sur le net.

travail qui interroge les formes traditionnelles de la conception en entreprise. Leur étude amène à de nouveaux questionnements thématiques et méthodologiques en Ergonomie, comme nous les décrivons dans les sections suivantes.

Un modèle des situations de conception distantes et asynchrones

La conception de logiciels libres et Open Source constitue un modèle des situations de conception distante et asynchrone – les concepteurs se trouvent rarement dans un même lieu pour concevoir le logiciel et leurs activités sont médiées par divers outils de communication et de gestions sur Internet (listes de discussion, système de gestion de version de code).

Les premières études scientifiques portant sur la conception LOS se sont intéressées aux motivations des participants aux projets, analysées sous l'angle économique ou gestionnaire (p.ex. Lerner et Tirole, 2002 ; Lakhani et Wolff, 2005) ou de la psychologie sociale (p.ex.. Hertel et al., 2003). D'autres travaux s'interrogent sur les modèles économiques ou de production des logiciels libres (von Hippel et von Krogh, 2003). La sociologie s'intéresse de son côté à l'organisation sociale, aux règles et aux relations de conseils (p.ex. Demazière et al. 2007 ; Conein, 2004b) ou à la démocratie en ligne (Auray, 2007) en vigueur dans les projets LOS. Des recherches proches de l'Ergonomie dans les champs de l'Interaction Humains-Machines ou du Travail Coopératif Assisté par Ordinateur ont étudié les modes de coordination dans les projets LOS (p.ex. Mockus et al., 2002) souvent à travers des analyses automatisées d'une grande quantité de données (p.ex. Ripoche et Sansonnet, 2006).

Ces dernières études soulignent que la conception a lieu principalement dans des discussions en ligne entre participants aux projets, tant au niveau de l'identification de besoins (Scacchi, 2001), que de l'évaluation et la correction des dysfonctionnements des LOS, ou de l'attribution des tâches entre les participants (Crowston et al., 2007b). Cependant, à notre connaissance, peu de travaux de recherche s'intéressent aux contenus des échanges dans les discussions en ligne et à leur fonction pour l'activité collective dans une perspective socio-cognitive et centrée activité, c'est-à-dire dans une perspective prenant en compte les activités, les échanges de connaissances et le rôle des différents protagonistes dans des processus de conception définis. Le concept de rôle est ici entendu dans une perspective interactionniste (p.ex. Oberlé, 1995a), c'est-à-dire tirant sa définition des activités effectivement mises en œuvre par les participants.

Par ailleurs, la forte médiation des activités de conception LOS pose la question de leur instrumentation et des mécanismes qui permettent de participer à ce processus de conception à distance. Dans ce sens, il conviendra de s'interroger sur la construction et le maintien d'une conscience du processus de conception (à quelle étape de la conception sommes-nous ? quelles sont les tâches à prendre en charge) et d'une conscience sociale (qui a quelle expertise, qui fait quoi). En effet, la conscience sociale et la conscience du processus sont identifiées comme des éléments essentiels de la performance de la conception à distance (p.ex. Olson et Olson, 2000).

Un processus de conception continu, ouvert à la participation des utilisateurs

L'aspect volontaire de la participation à un projet LOS, allié au fait que les utilisateurs des logiciels libres ont souvent des compétences en informatique, génère une organisation du processus conception qui laisse potentiellement une place à ces utilisateurs.

Dans les modèles traditionnels de la conception, on peut distinguer des phases de conception, de réalisation, de production. Les utilisateurs peuvent intervenir soit comme informateur, dans l'analyse fonctionnelle, soit comme consultant, dans des phases de prototypage et de simulation. Par contraste, dans la conception LOS, les utilisateurs peuvent s'impliquer à tout moment de la conception, à des degrés divers et selon leur intérêt personnel. Cette nouvelle forme de conception n'établit pas de critères d'arrêt à la conception: le processus de conception devient "continu" (Gasser et al., 2003) dans la mesure où de nouvelles fonctionnalités peuvent toujours être proposées, discutées quelque soit l'état d'avancement du projet. Ce processus de conception continu est soutenu par une organisation du travail basée sur la participation qui est vue comme un facteur essentiel de succès des logiciels produits (Raymond, 1999). Cette forte participation des utilisateurs, en particulier dans la recherche de dysfonctionnements, est présentée comme une des forces de ce modèle de conception par les théoriciens de ce mouvement (p.ex. Raymond, 1999).

Or, si le rôle des utilisateurs a été souligné dans la recherche de dysfonctionnements des LOS, voire leur corrections, peu d'études s'intéressent à leurs formes de participations à l'ensemble du processus de conception et aux activités qu'ils mettent effectivement en œuvre.

Nature des activités et des rôles dans ces projets communautaires ?

L'organisation du travail dans les collectifs LOS peut être vue comme communautaire dans le sens où il s'agit d'une organisation informelle et peu prescrite *a priori*. La répartition des tâches se fait en fonction des intérêts et des disponibilités de chacun. Elle est régulée par des normes et des valeurs propres que les participants peuvent faire évoluer (la supériorité du modèle de développement LOS par rapport au modèle propriétaire, la règle du « don contre don » de logiciels et de conseils). Or, le concept de communauté permet de dépasser le cadre institutionnel qui structure les collectifs de travail habituellement traités en Ergonomie (Zarifian, 1996).

Les collectifs LOS sont des communautés en ligne, c'est-à-dire un groupe de personnes qui se connectent ensemble à Internet avec un but précis et dont les interactions sont gouvernées par des normes et des règles propres (Preece, 2000). Cependant, la nature des objectifs qui lient les membres de ces communautés fait que les collectifs LOS peuvent être également vus comme des *communautés de pratique épistémiques* (Wenger, 1998 ; Conein, 2004a ; Cohendet et al. 2003). Ce sont des communautés de pratique dans la mesure où les participants sont engagés conjointement dans la conception et/ou l'usage d'un logiciel, partagent ressources et connaissances, favorisant ainsi le développement de leurs compétences. Cependant, il ne s'agit pas seulement pour un participant d'augmenter ses

compétences individuelles. Il s'agit également d'atteindre un objectif « méta » de production et de partage de connaissances formalisées (le logiciel, sa documentation…) (Cohendet et al., 2003).

Toutefois, cette nature communautaire n'est pas donnée *a priori* et plusieurs auteurs (Conein, 2004b ; Demazière et al., 2007) soulignent le besoin de caractérisation plus fine des dynamiques sociales et cognitives à l'œuvre dans ces projets. Une analyse des activités et des rôles des participants dans ces projets pourrait, dans ce sens, éclairer cette question. Par ailleurs, les activités diverses (usage et conception) dans lesquelles sont engagés les protagonistes des collectifs LOS pourraient définir des communautés d'orientations différentes (usage ou conception).

Un enjeu méthodologique d'analyse de ces nouvelles situations de travail

Dans cette recherche, nous allons adopter une position d'analyste des situations de conception de LOS. Nos études seront basées, en grande partie, sur l'analyse des traces des interactions en ligne d'un projet LOS particulier, le projet Python. Ce projet est dédié à la conception et à l'utilisation du langage de programmation du même nom.

Ce projet présente l'avantage méthodologique de disposer d'un processus de conception formel, le *Python Enhancement Proposal* (PEP), qui encadre les propositions et la conception de nouvelles fonctionnalités (Sack et al., 2006). Les PEPs permettent donc de délimiter des processus de conception continus portant sur des problèmes de conception spécifiques: de l'émergence de besoins d'une nouvelle fonctionnalité liée à l'usage du LOS, en passant par son appropriation par le projet, puis par sa conception mettant en jeu des activités de conception collaborative, jusqu'à son implémentation[3] en code informatique.

Par ailleurs, la présence de traces correspondant à l'ensemble de ces phases permet d'analyser le processus de conception dans une perspective diachronique, ce qui se révèle plus difficile à suivre en conception « classique ».

Objectifs et plan de la thèse

Objectifs de la thèse

Cette thèse sera articulée autour de trois objectifs principaux.

Premièrement, nous nous attacherons à caractériser l'environnement socio-organisationnel du projet Python, c'est-à-dire :

- ce qui constitue la nature des frontières existant potentiellement entre les utilisateurs (communauté orientée usage) et les développeurs (communauté orientée conception) qui n'ont pas forcément les mêmes activités dans le collectif LOS ;

[3] Traduction d'un algorithme en langage de programmation (anglicisme).

- ce qui caractérise la conscience du projet (conscience du processus de conception et conscience sociale) élaborée par les participants, en tant qu'élément structurant du processus de conception, en particulier à distance.

Deuxièmement, nous chercherons à caractériser la dynamique thématique et temporelle du processus de conception :

- des discussions en ligne focalisées autour de problématiques de conception identifiées à travers des propositions PEPs (perspective synchronique) ;
- mais également d'un processus de conception continu (perspective diachronique) et de l'articulation de ces différentes phases (élicitations des besoins, conception, implémentation), à travers la aussi une proposition PEP « poussée par les utilisateurs ».

Troisièmement, nous nous intéresserons aux rôles effectivement tenus par les différents protagonistes de la conception. Ces rôles seront approchés au travers des activités des participants, qui peuvent être éventuellement en lien avec leurs statuts. Nous nous attacherons principalement à caractériser :

- la place des utilisateurs dans le processus de conception ;
- la présence éventuelle de participants clés pour l'efficacité du processus de conception, lors de ses différentes phases. Ces participants pourraient être, par exemple, des acteurs d'interface qui feraient le lien entre la, ou les, communautés orientées usage et la communauté orientée conception.

L'intégration de ces études nous permettra de mieux cerner la dynamique de la conception de l'artefact LOS. Ces études nous permettront également de caractériser la façon dont est « conçue » le collectif soutenant cette conception. Précisons que nous ne nous intéresserons pas au processus de construction du collectif, dans une perspective développementale, mais plus à ce qui constitue ce collectif [4]. Il s'agira donc de caractériser la structure du collectif de production de la conception (frontières, conscience sociale du collectif et structure de la communauté orientée conception), et des rôles des participants constituant ce collectif.

Plan du manuscrit

Ce manuscrit est organisé en cinq parties.

Le chapitre 1 se centrera sur le contexte de ce travail de recherche à travers la présentation de ce que l'on appelle le mouvement des logiciels libres ou Open Source et sur l'organisation du travail de conception de ces LOS.

Les chapitres 2 à 4 développeront, ensuite, le cadre théorique sur lequel s'appuie ce travail qui porte sur :

- l'organisation sociale communautaire des collectifs LOS (chapitre 2) ;

[4] Le terme conception est ici entendu au sens de « façon de penser » quelques choses.

- les connaissances sur les activités collaboratives de conception et les problématiques liées à leur instrumentation (chapitre 3) ;
- la participation dans les collectifs de conception approchée par le concept de rôle (chapitre 4).

Les chapitres 5 et 6 préciseront nos questions de recherche et la stratégie de recherche générale que nous avons adoptée.

Les chapitres 7 à 10 présenterons les contributions empiriques de quatre études. Chacun de ces chapitres décrira la méthode spécifiquement employée dans l'étude et les résultats produits :

- le chapitre 7 porte sur l'analyse de données globales de la participation aux collectifs Python et au processus de conception PEP du projet Python ;
- Le chapitre 8 présente des résultats issus d'entretiens nous permettant de déterminer des frontières dans le collectif Python, ainsi que des éléments portant sur la conscience du processus de conception et la conscience sociale dans ce collectif ;
- le chapitre 9 porte sur l'étude de l'organisation et des rôles des participants dans une perspective synchronique ;
- le chapitre 10 présente enfin l'étude de l'organisation et des rôles de participants dans une perspective diachronique.

Les différentes contributions de ce travail seront, enfin, mises en perspective dans une conclusion générale.

Partie I. Contexte de l’étude

Chapitre 1 Mouvement des Logiciels Libres ou Open Source et organisation du processus de conception

L'objectif de ce premier chapitre est de fournir des éléments contextuels qui nous permettront de mieux comprendre certaines caractéristiques de la conception de Logiciels Libres et Open Source (LOS).

Dans une première section, nous commencerons par une présentation du mouvement LOS en termes de fondations, de différences entre les projets et de profils de participants. Nous présenterons ensuite l'organisation du processus de conception des LOS. La dernière section sera consacrée à la présentation des questions spécifiques que pose cette nouvelle organisation du travail.

1 Mouvement des Logiciels libres ou Open Source

Nous commençons par aborder l'histoire du mouvement LOS, qui permet de préciser son ancrage idéologique fort. Puis, nous décrirons une typologie des différents projets LOS. Enfin, nous présentons le profil des participants aux projets et leurs motivations à participer.

1.1 Naissance du mouvement LOS

Le mouvement Free Software

Le mouvement *Free software* (logiciels libres) est né au début des années 80 sous l'impulsion de Richard Stallman, chercheur en Intelligence Artificielle au *Massachussets Institute of Technology* (MIT). Depuis la fin des années 50, les chercheurs et ingénieurs en informatique, et plus généralement les *hackers*[5], avaient pour habitude de partager le code source des programmes informatiques qu'ils développaient. Dès la fin des années 60, les fournisseurs de matériels informatiques (ou hardware) décidèrent alors de laisser à d'autres la conception des logiciels (ou software). A partir du milieu des années 70, diverses entreprises (dont Microsoft et Apple) instaurèrent un modèle de distribution des logiciels fondé sur une licence interdisant la copie entre utilisateurs des logiciels: le modèle de logiciels dit propriétaires était né (Smet-Solanes et Faucon, 1999 ; O'Reilly, 2008 ; Glass, 2005).

Cependant, Stallman pensait qu'un programme informatique (ou le code de ce programme) devait rester librement copiable et modifiable afin d'éviter que l'essentiel du contrôle de l'industrie informatique ne se retrouve entre les mains d'un petit nombre de personnes (Stallman, 2002). Il définit alors le concept de *logiciels libres* (définition complète sur www.*GNU*.org) et créa le projet *GNU* (pour « *GNU* is Not *UNIX*[6] ») dont l'objectif était de

[5] Ou « vrais programmeurs », qui ont la passion de la programmation.
[6] Système d'exploitation créé dans le début des années 70

développer un système d'exploitation[7] libre. Ce mouvement correspond à la formalisation du modèle initial de développement des logiciels, il ne constitue donc pas, à proprement parler, un changement de paradigme en conception logicielle (Glass, 2005) comme l'affirment certains auteurs (Raymond, 1999; O'Reilly, 2008).

Le mouvement *Free Software* prit véritablement son essor dans le début des années 90, grâce à la conjonction de deux facteurs : le développement par Linus Torvalds en 1990 du premier système d'exploitation libre, *Linux*; et surtout grâce à l'émergence des technologies de l'information et de la communication liées à Internet qui a permis à des centaines de développeurs de participer à la conception de *Linux* en communiquant via le web. La diffusion et l'usage des logiciels libres sont donc indissociables du développement de l'Internet (Raymond, 1999 ; Smets-Solanes et Faucon, 1999). Ce sont également les possibilités offertes par le web qui ont rendu possible la mise en place de la « *participation non seulement des développeurs mais également des utilisateurs des systèmes libres* » (O'Reilly, 2008, p.102).

Le mouvement Open Source Software (OSS)

En 1997, le mouvement *Free Software* connu un renversement. Un groupe de personnes influentes du mouvement était préoccupé par le fait que la *Free Software Foundation* (FSF), chargée de protéger et diffuser les logiciels libres, prônait un message « non marchand » qui, selon eux, nuisait à la diffusion des logiciels libres. Ils décidèrent donc de créer un nouveau modèle de logiciels libres, l'*Open Source Software* (OSS) (Raymond, 1999a), disposant de diverses licences moins restrictives que la license GPL[8] (General Public Licence) du modèle *Free Software*. La protection et la diffusion OSS sont également assurées par une institution : *l'Open Source Initiative* ou OSI (www.opensource.org). Certains auteurs n'hésitent pas maintenant à parler d'OSS 2.0 (Fitzgerald, 2006) pour caractériser l'évolution actuelle du mouvement. De petites et grandes entreprises (des sociétés de services de logiciels libres , Sun, IBM, Hewlett Packard et même Microsoft) ainsi que diverses institutions scientifiques ou gouvernementales (Lerner et Tirole, 2002 ; Henkel, 2004), peuvent désormais être les principaux acteurs de certains projets libres. Ce modèle semble rompre avec le modèle initial de développement des LOS, basé sur le volontariat, d'où le passage à une nouvelle version du mouvement (2.0).

La plupart des recherches actuelles abordent le mouvement « Free Libre Open Source Software » (FLOSS) sans faire de distinctions entre les deux branches qui le composent : l'une dominée par le modèle OSS, et l'autre, plus radicale, dominée par le modèle *Free Software*. À la suite de ces recherches nous ferons également référence aux LOS, sans distinction, car, plus que les considérations idéologiques opposant Logiciels Libres et Open

[7] Système d'exploitation : logiciel organisant le travail de base d'un ordinateur, type Windows© ou MacOS©

[8] Une des propriétés principales de la licence GPL est sont aspect dit « viral » : toute modification apportée à un logiciel distribué sous licence GPL sera également distribuée sous licence libre. Les licences OSS n'ont pas cette propriété.

Source, ce sont bien les nouveaux modes organisationnels et participatifs à l'œuvre dans ce mouvement qui sont notre objet de recherche.

1.2 Taxonomie des projets Libres et Open Source

Le terme LOS renvoie à des réalités diverses suivant les projets, même si des caractéristiques communes existent. Plusieurs études ayant analysé les caractéristiques des projets hébergés par des portails dédiés aux LOS (comme SourceForge.net ou Freshmeat.net) montrent qu'il s'agit d'un monde très hétérogène (Krishnamurthy, 2002 ; Gacek et Arief, 2004 ; Capilutti et al., 2003).

Deux caractéristiques semblent néanmoins être partagées par un grand nombre des projets LOS étudiés : les projets adhèrent aux définitions des LOS et les participants au développement des LOS sont tous également des utilisateurs[9] de ces mêmes logiciels(Gacek et Arief, 2004). Il existe cependant une certaine diversité en termes d'objectifs et de domaines d'application, de structures institutionnelles et de tailles des projets LOS.

Une majorité de petits projets LOS

La grande majorité des projets n'implique souvent que quelques participants[10]. Les projets de plus grande ampleur impliquant plusieurs dizaines de participants, comme *Linux*, *Apache*, ou le projet Python qui nous intéresse ici, ne représenteraient que 6 à 15% de la totalité des projets (Capilutti et al., 2003 ; Krisnamurthy, 2002). Par ailleurs, la majorité des projets ne dispose que d'un nombre restreint d'utilisateurs. Capiluppi et al. (2003) s'appuient sur le nombre d'inscrits aux listes de diffusion des projets pour approcher le nombre d'utilisateurs potentiels des LOS. Ils montrent que 80% des projets LOS ont moins de 11 inscrits sur les listes et que seulement 1% ont plus de 100 inscrits. Les projets de grande ampleur réussissant à impliquer un grand nombre de développeurs et d'utilisateurs sont en fait relativement rares. En revanche, leur succès ne fait que souligner un peu plus l'intérêt d'étudier de manière plus approfondie le petit nombre de projets LOS de grande ampleur réussissant dans cette voie, ce que nous ferons en étudiant le projet Python.

Profils et objectifs évolutifs des projets LOS

Environ 70% des projets LOS concernent des domaines d'application dit « horizontaux », c'est-à-dire servant à construire d'autres logiciels, liés à l'Internet et aux communications (Capiluppi et al., 2003). Les utilisateurs de ces logiciels sont donc capables de programmer, comme dans le cas du langage de programmation Python que nous étudions.

Cependant, les projets LOS répondent à des objectifs différents et qui peuvent évoluer suivant leur maturité. Nakakoji et al. (2002) ont étudié quatre projets LOS en combinant entretiens et

[9] Même si cette dernière caractéristique ne semble plus valable pour certains LOS 2.0 développés pour des clients : les développeurs n'étant plus alors systématiquement utilisateurs du LOS (Fitzgerald, 2006).
[10] Le nombre médian de développeurs pour les 100 projets LOS les plus actifs sur Sourceforge était de 4 d'après Krishnamurthy, 2002 et 73% des projets avait un seul développeur pour Capilutti et al. (2003)

analyses des listes de discussion. Ils définissent ainsi trois types de projets LOS en fonction des d'objectifs auxquels ils répondent: des LOS tournés vers « l'exploration » ou la conception, les LOS utilitaires, et les LOS tournés vers les services.

Les LOS tournés vers l'exploration (*exploration-oriented Open Source Software*) ou la conception ont pour objectif de « repousser les frontières de la conception logicielle » et de « produire des nouvelles connaissances » (Nakakoji et al. 2002 ; p.82). Il s'agit de projets s'apparentant à la recherche scientifique. Le développement du cœur du système *Linux* est un exemple de ce type de projet car il a consisté en une avancée majeure dans le monde informatique : il constituait à la fois le premier système d'exploitation libre et le premier système d'exploitation basé sur *UNIX* et fonctionnant sur PC. Le projet Python, sur lequel porte notre recherche, est également un exemple de LOS tourné vers l'exploration puisqu'un de ces objectifs est de concevoir le langage Python.

Les LOS utilitaires (*utility-oriented Open Source Software*) visent à combler un vide en termes de fonctionnalités. Ils sont en général rattachés à de plus grands projets (orientés vers l'exploration). Les modules d'extension[11] gravitant autour du cœur de *Linux* et de Python sont un exemple de logiciels utilitaires.

Les LOS tournés vers le service ou LOS 2.0 (*service oriented Open Source Software*) visent à proposer des systèmes stables et robustes. Chaque changement dans le logiciel doit être considéré avec attention pour ne pas désorganiser les activités d'un grand nombre d'utilisateurs finaux. Un exemple de LOS tournées vers le service est le serveur[12] *Apache* qui équipe la plupart des serveurs Internet.

Ces auteurs proposent un modèle d'évolution des projets LOS basé sur la réponse successive à l'un ou l'autre de ces objectifs suivant un processus itératif: les projets initialement tournés vers l'exploration ou utilitaires peuvent se transformer en projets plus stables (ou plus matures) ayant une composante « service » essentielle. La multiplication éventuelle des partie-prenantes des projets les conduisant à intégrer nouveaux besoins et nouvelles idées et donc à être, à nouveau, tournés vers l'exploration et des objectifs utilitaires.

[11] Élément logiciel que l'on adjoint à une application pour en étendre les fonctions (plug-in en Anglais).
[12] Un *serveur* informatique est un ordinateur ou un programme informatique qui rend service aux ordinateurs et logiciels qui s'y connectent à travers un réseau informatique, les *clients*. Ce service peut consister à stocker des fichiers, transférer le courrier électronique, héberger un site Web, etc. Un logiciel *client* envoie une requête à un logiciel *serveur* qui lui répond, le tout suivant un protocole de communication.
(http://fr.wikipedia.org/wiki/*Serveur*_informatique , 25 juillet 2007)

1.3 Participation aux projets LOS

Profils des participants

Plusieurs enquêtes menées au début des années 2000 au sein de divers projets LOS (Ghosh et al., 2002 ; Lakhani et Wolf, 2005)[13], nous permettent d'obtenir un profil des participants[14] aux projets LOS[15] :

- ce sont quasi-exclusivement des hommes (plus de 98%), âgés de moins de trente ans, ne vivant pas maritalement (60%) et sans enfant (83%) ;
- ils sont éparpillés dans le monde, avec toutefois une prédilection pour l'Amérique du Nord (45%) et l'Europe (en particulier la France, l'Allemagne et la Grande-Bretagne) (environ 40%) ;
- les participants ont un niveau d'études supérieur ou égal à la licence et une activité professionnelle liée aux technologies de l'information ;
- 40% des répondants aux divers questionnaires participent aux projets dans le cadre de leur activité professionnelle (soit directement pour répondre à des besoins de l'entreprise, soit avec l'approbation de leur hiérarchie). Les étudiants représentent 20% des répondants. Les 40% restant participent donc aux projets libres en parallèle d'une activité « rémunératrice » principale ;
- la majorité des répondants ne participent qu'à un seul projet ;
- ils partagent une connaissance commune des langages de programmation actuels (C, C++, Java...); par exemple 90 % des participants maîtrisent le langage C.

Motivations des participants

La question des motivations à participer aux projets LOS a été l'une des premières à être investiguée [16]. Des études de psychologie sociale (Hertel et al., 2003), de sciences de gestion (Lakhani et Von Hippel, 2003) et d'économie (Lerner et Tirole, 2002), réalisées sur la base de questionnaires et d'entretiens, identifient plusieurs dimensions expliquant la motivation des participants à s'engager dans un projet LOS. Ces motivations seraient une combinaison des facteurs intrinsèques, d'ordre psychologique, et extrinsèques, d'ordre économique ou organisationnel.

[13] http://www.infonomics.nl/FLOSS et http://www.osdn.com/bcg/bcg/bcghackersurvey.html

[14] Ces enquêtes font références aux développeurs des projets, sans qu'il ne soit préciser si il s'agit de développeurs statutaires ou non. Il s'agit en tout cas de participants actifs.

[15] Ces enquêtes portent sur les « développeurs » au sens large, c'est pourquoi nous préférons parler ici de participants. Une autre enquête est actuellement en cours.

[16] Des nombreuses études précurseurs se sont également intéressées aux modèles économiques et gestionnaires sous-tendant les projets LOS. Nous n'aborderons pas ces études mais le lecteur intéressé pourra se référer par exemple à Lerner et Tirole (2002) ou Von Krogh et Von Hippel (2003).

Les motivations intrinsèques correspondent au fait de réaliser une activité pour sa propre satisfaction (Lakhani et Wolf, 2005). Dans le cas des participants au mouvement LOS, les motivations intrinsèques renvoient à un « intérêt pour »:

- la stimulation intellectuelle liée à l'écriture du code informatique, couplée au sentiment d'être créatif;
- le perfectionnement ou l'acquisition de nouvelles compétences ;
- le fait qu'ils bénéficient directement de leur travail de développement (ce point est à relier au fait que les participants aux projets LOS sont utilisateurs de l'artefact qu'ils développent) ;
- l'adhésion à l'idéologie du mouvement LOS « le code source doit être ouvert » et l'accès à l'informatique libre.

Les motivations extrinsèques, quant à elles, renvoient à des motivations en termes de progression de carrière et de renommée acquise dans les projets (Lerner et Tirole, 2002). Cette thèse est mise en avant par les théoriciens de la conception LOS (Raymond, 1999) : les développeurs travailleraient pour l'honneur et la renommée[17] acquises auprès de leurs pairs au sein d'un projet, à travers notamment la qualité du code informatique qu'ils proposent. Dans cette perspective, l'implication dans un projet n'est vue que comme un moyen au service de l'intérêt individuel des participants. Cette vision « utilitariste » de la participation aux projets LOS n'est qu'une des facettes des motivations à participer comme le montrent les enquêtes sur les projet LOS (Coris, 2007).

Des auteurs penchent alors pour un modèle de la participation aux projets se rapprochant du modèle de la science académique (p.ex. Von Krogh et Von Hippel, 2003). La recherche de renommée est alors vue comme une fin en soi : les participants aux projets LOS donneraient du code, ou de l'aide, de la même façon qu'un chercheur donne les résultats de ses recherches. La renommée acquise n'a alors plus de valeurs dans la sphère marchande mais est vue comme une « monnaie » dans la communauté.

2 Organisation de la conception des Logiciels libres ou Open Source

La section précédente nous a permis de dessiner le paysage du mouvement LOS. Cette section s'intéresse plus précisément à l'organisation du processus de conception des projets LOS, dont on a vu qu'elle constituait une nouvelle forme d'organisation du travail. Dans une première partie, nous décrirons les espaces d'activité en ligne autour desquels est distribué ce processus. Nous préciserons ensuite les différents statuts qui peuvent être accordés aux participants des projets LOS. Nous montrerons, ensuite, en quoi le processus de conception

[17] *reputation* en anglais

LOS est un processus de conception ouvert et continu ; puis nous préciserons les mécanismes de coordination à l'œuvre dans ces projets.

2.1 Un processus de conception distant, médié et asynchrone

Un processus de conception organisé autour de trois espaces d'activité en ligne

La conception des LOS de grande ampleur se déroule quasi-exclusivement à distance et de manière asynchrone car les participants ne se trouvent pas, en même temps, dans un même lieu pour concevoir le logiciel. Elle est donc en grande partie médiée par des outils tels que la messagerie électronique, les forums de discussions, les listes de diffusion, et les plateformes de travail coopératifs[18].

Le processus de conception des LOS est organisé autour de trois espaces soutenant les interactions entre participants sur Internet, appelés espaces d'activité (Sack et al., 2006) (*Figure 1*):

- un espace de discussion constitué de forums en ligne et de listes de diffusion. De manière classique, les projets mettent en place des listes dédiées aux questions d'usage des LOS et des listes dédiées aux questions de développement. Les listes orientées usage (*users-list*) ont une finalité de partage d'informations, de pratiques, et de conseils (Conein, 2004b). Les listes orientées conception (*dev-list*) concernent les questions liées au développement des LOS, c'est-à-dire à l'évolution du logiciel et aux problèmes techniques que cela pose. Il peut également y avoir des listes dédiées à des questions plus spécifiques (ou *Special Interest Group*).

- un espace de documentation sur lequel est répertorié l'ensemble de la documentation relative au projet. Cette documentation est parfois diffuse sur plusieurs sites, même si les projets tendent à centraliser ces informations sur leur site Internet. Ces documents peuvent être les principes de fonctionnement (ou guide de développement) du projet, ou la localisation des diverses ressources (localisation du code, listes des modules existants, des dysfonctionnements, documents de *spécifications* éventuels et leurs versions…).

- un espace d'implémentation dans lequel sont stockés le code source et ses différentes versions qui sont gérées par des outils de versionnement[19], comme le Concurrent Versions Systems (*CVS*) ou le système Subversion (*SVN*). Cet espace contient également des logiciels de traçabilité des dysfonctionnements (*Bug*[20] report system) et des logiciels de traçabilité des nouvelles caractéristiques demandées (Feature request system). Ce type d'outil est communément mis à disposition des projets LOS sur leurs plateformes d'hébergement. Ce sont des bases de données remplies par les participants des projets, à

[18] Système de gestion pour le développement collaboratif sur Internet. Le système communément utilisé est SourceForge (cf annexe 1)

[19] Ces outils de versionnement permettent de gérer les modifications et les différentes versions du code source des logiciels.

[20] Défaut de conception ou de réalisation d'un programme se manifestant par des anomalies de fonctionnement.

partir de champs prédéfinis. Elles permettent de gérer le dépôt des rapports de dysfonctionnements, leurs priorités et d'éviter des duplications de demandes. L'annexe de ce chapitre présente un exemple de rapport de dysfonctionnements issu du projet Python.

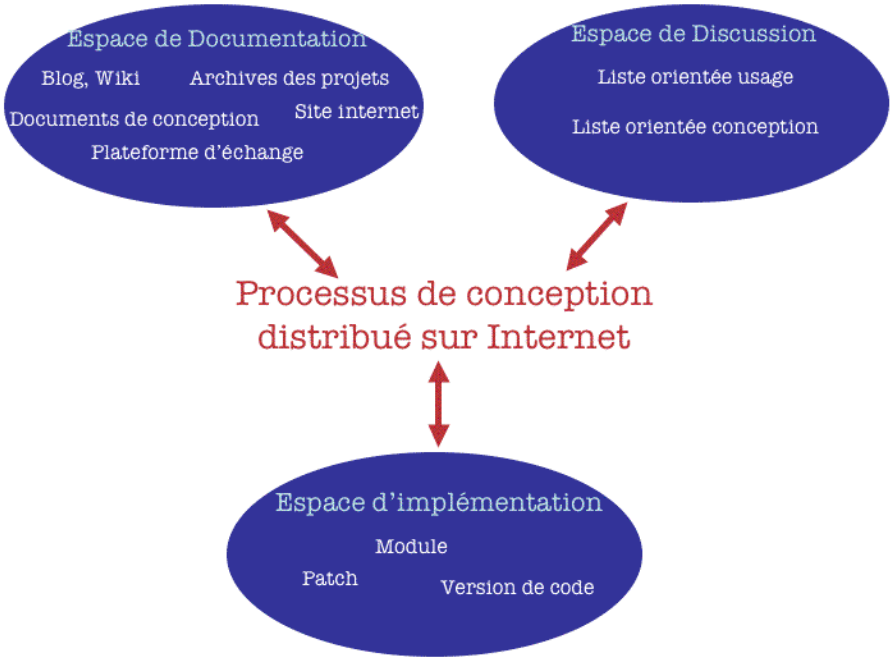


Figure 1 *Espaces d'activité et distribution de processus de conception LOS sur Internet*

Des échanges ponctuels en face à face et des échanges par messagerie instantannée privés entre les membres des projets

Conférences et sprints

Une grande partie de la conception des LOS est distribuée en ligne. Cependant, des moments de rencontre en face à face, par exemple lors de conférences internationales, ont été institués par les membres des projets de grande ampleur (German, 2003 ; Crowston et al., 2007a). Une partie des participants aux projets, ceux qui ont la possibilité de dégager temps et argent pour se rendre aux conférences, peut donc se rencontrer en face à face. On compte des conférences annuelles « générales » dédiées au monde de l'Open Source, comme l'OSCON, et des conférences spécifiques à certains projets comme PYCON et Europython concernant Python. Ces conférences sont l'occasion, pour certains participants, de présenter les nouveautés des projets et d'aller à la rencontre des membres de la communauté, souvent de manière informelle, de tisser un lien social et de construire une relation de confiance (Crowston et al., 2007a)[21].

[21] D'autres études sur les situations de travail à distance montre en effet que la construction d'une relation de confiance est rendue plus difficile par la distance (p.ex. Olson et Olson, 2000).

En parallèle de ces conférences, des réunions de production de code, ou sprints, sont organisées (Avram et al., 2007 ; Crowston et al., 2007a). Ces réunions sont en principe dédiées à l'implémentation de code spécifié par ailleurs. Les participants y appliquent certains principes de la méthodologie de programmation *Agile*[22] (agilemanisfesto.org ; Highsmith et Cockburn, 2001), comme le *pair programming* (programmation en binôme) ou *l'extreme programming* [23] (les méthodes Agile sont décrites en annexe de ce chapitre).

Echanges par messagerie instantanée

Certains participants aux projets LOS peuvent être également en relation par messagerie instantanée. Des canaux de messageries instantannées sont ainsi dédiés à certains projets (German, 2003 ; Elliott, 2003). Ces discussions informelles sont souvent privées et non archivées. On peut également supposer que le contenu de ces échanges serait de nature plus stratégique que le contenu des échanges sur les listes de discussion, qui ont une finalité de partage et de développements de connaissances. Là aussi, peu d'études ont pu analyser les contenus des échanges IRC, à l'exception de Elliott (2003), German (2003) dans son étude en « immersion » du projet GNOME[24], et Reis et Fortes (2002) dans leur étude du projet Mozilla.

2.2 Statuts des participants à la conception

De façon générale, un projet LOS de grande taille implique différents types de membres qui ont tous pour point commun d'être des utilisateurs du logiciel (Gacek et Arief, 2004; Mahendran, 2002 ; Crowston et Howison, 2005 ; Jensen et Scacchi, 2005). Cependant tous les participants ne modifient pas forcément le code source des LOS qu'ils utilisent. Il existe une gradation des formes de participation et des droits de modification directs du cœur du logiciel, ce qui implique que les projets ont une organisation hiérarchique pyramidale (Mahendran, 2002) ou en oignon (Jensen et Scacchi, 2005 ; Crowston et Howison, 2006) ; structure qui est également décrite dans des situations de conception de logiciels propriétaires (p.ex. Curtis et al, 1988).

Sur la base des droits de modification du code source, on distingue différents statuts dans les projets : les personnes ayant le droit de modifier le code sont appelées *développeurs*, et par opposition, les autres participants sont appelés *utilisateurs* (Figure 2).

Parmi les développeurs, on distingue deux groupes.

[22] Ensemble de méthodes visant à simplifier le processus de conception logiciel et à donner une place importante aux clients dans ce processus. Ces méthodes prônent le prototypage rapide et la mise en production rapide des modifications.

[23] Voir p.ex. les études de Bryant et al. (2006) ou Sharp et Robinson (2007) dans d'autres contextes que les LOS de grande ampleur.

[24] L'auteur a contribué au projet *GNOME* (*GNU* Network Object Model Environment) qui est un environnement de bureau libre dont l'objectif est de rendre accessible l'utilisation du système d'exploitation *GNU* au plus grand nombre.

- Un premier groupe constitué par les développeurs du cœur « *core developers* » ou « *core team* » ou *administrateurs*. Ce groupe renvoie aux participants qui ont le droit de modifier le code sans restriction. Ils sont souvent membres des fondations propres à chaque projet qui soutiennent la conception des LOS[25]. Ce sont eux qui ont une vue d'ensemble du projet, qui l'orientent et qui préviennent les fourches[26] (Lerner et Tirole, 2002). Leurs tâches principales sont de maintenir le cœur du code source, de vérifier la qualité du code proposé et de contribuer à la documentation du projet (Mockus et al., 2002 ; Fitzgerald, 2006 ; Reis et Fortes, 2002). Parmi ces développeurs, on trouve souvent un *chef de projet* (Project Leader, PL) généralement le fondateur du projet, comme Linus Torvalds pour *Linux* ou Guido Van Rossum pour Python. De ce dernier projet par exemple, le chef de projet est le garant de l'orientation du projet, et on lui reconnaît le dernier mot dans les décisions de conception. Le statut de membre de la core team impose d'avoir acquis la confiance des participants, notamment à travers un processus de prise de décision supposé transparent.
- Un autre groupe est constitué de développeurs, appelés *développeurs* ou *contributeurs* ou *co-développeurs*. Les développeurs contribuent à la conception du LOS par l'ajout et le maintien de nouvelles fonctionnalités.

Parmi les *utilisateurs,* on distingue également deux groupes*:*

- Les *utilisateurs* dits *actifs*, c'est-à-dire visibles dans le projet à travers différentes activités : par exemple, ils interviennent dans l'espace de discussion en soutenant les nouveaux arrivants et ils rapportent des dysfonctionnements.
- Les *utilisateurs* dits *passifs* : ceux qui utilisent le LOS et utilisent éventuellement les ressources du projet en lisant les listes de discussion ou la documentation, mais ne participent pas – on les appelle des *lurkers* (Preece et al., 2004).

[25] L'orientation du projet est assuré par des fondations organisées autour des projets pour promouvoir leurs intérêts. Les membres de la core team sont souvent dans le bureau dirigeant les fondations (p.ex. German, 2003 ; Nakakoji et al., 2002).
[26] On parle de fourches (forking) quand un projet LOS se sépare en plusieurs entités à la suite de désaccord.

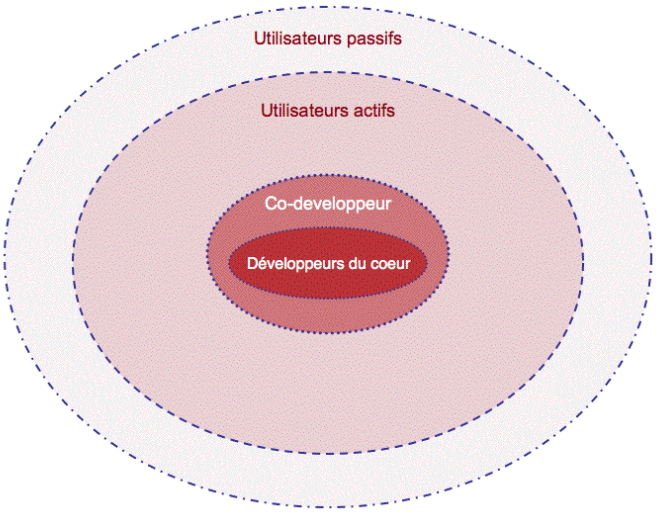


Figure 2 Statut des participants aux projets LOS

Dans le projet LOS, on voit que le statut d'utilisateur est relatif aux droits de modification du code et pas forcément à l'activité qui est mise en place par les participants vis-à-vis de l'artefact. Les utilisateurs des LOS ne correspondent pas au stéréotype de l'utilisateur final « naïf » que l'on oppose, souvent, aux concepteurs, supposés être experts de l'artefact technique à concevoir. Dans les projets LOS, et dans toute situation de conception en général, il y a une diversité d'utilisateurs en fonction de leurs expériences du domaine, de la technologie, ou encore de l'objet de leurs activités avec l'artefact (Nielsen, 1993 ; Micaëlli et Visser, 2005). Ces utilisateurs peuvent avoir différentes actions par rapport à l'artefact, en assurant la personnalisation de composants (modules logiciels) ou de système (l'environnement dans lequel s'intègre ce module), la paramétrisation, la maintenance ou encore la spécification… (Micaëlli et Visser, 2005).

2.3 Un processus de conception ouvert et continu émergeant des discussions en ligne

La conception LOS comme un processus de conception ouvert et continu

Le processus de conception de LOS est vu comme un processus de conception ouvert et continu.

Les projets LOS reposent sur une organisation du travail originale basée sur la participation volontaire : il n'y a souvent ni contrat de travail qui unit un participant à un projet, ni rétribution directe liée à cette participation (Demazière et al., 2007). La répartition et la prise en charge des tâches, ne sont alors pas prescrites de manière formelle, et chacun prend en charge potentiellement la tâche qu'il souhaite. Les formes de participation sont, en principe, « ouvertes » aux différents participants qu'ils soient développeurs ou utilisateurs : des fonctionnalités peuvent toujours être discutées en ligne et ajoutées par les participants, et ce, quel que soit, en théorie, leur statut (Gasser et al., 2003). Les théoriciens du mouvement LOS

(p.ex. Raymond,1999) voient en cette « participation ouverte » un facteur essentiel de succès des logiciels produits.

Par ailleurs, alors que dans les modèles traditionnels de conception, on peut distinguer des phases de conception, de réalisation et de production, la conception LOS entremêle ces différentes phases et n'établit pas de critères d'arrêt à la conception. Le processus de conception devient alors continu dans la mesure où de nouvelles fonctionnalités, liées à des usages diversifiés, peuvent toujours être proposées et discutées, quel que soit l'état d'avancement du projet.

Ce modèle de conception incorpore une vision bien différente de l'approche classique de l'ingénierie de conception - où la conception est vue comme un processus linéaire, durant lequel un problème doit être résolu étape par étape ; modèle qui suppose que sous réserve de disposer des données suffisantes, un concepteur unique peut connaître parfaitement les besoins des utilisateurs et les moyens de les satisfaire (Micaëlli et Visser, 2005). Au contraire, dans le modèle de conception LOS, on peut considèrer que la capacité à concevoir est une aptitude présente chez tous les individus : chacun comprend ce qu'est la conception et peut intervenir dans ce processus ne serait-ce qu'en formulant des souhaits ou en validant des solutions proposées (Carroll, 2002; Pretty, 1995). On reconnaît ainsi que des protagonistes divers de la conception sont porteurs d'expériences, de connaissances, et de compétences essentielles pour le processus de conception. Il s'agit d'un modèle plus « adhocratique », qui met en avant la mutuelle intelligibilité des protagonistes de la conception, la délibération, le partage de pouvoir de décisions dans le cadre d'ajustements mutuels (Micaëlli et Visser, 2005) plutôt qu'une approche purement linéaire. Cette vision, poussée à l'extrême, implique pour les utilisateurs, le droit d'accéder au même pouvoir de décision que tout autre concepteur institué. C'est ce qui est défendu, également, par l'approche de la conception participative (p.ex. Kensing et Blomberg, 1998).

Des besoins d'ajouts de fonctionnalités émergeant des listes de discussion

Ce processus de conception ouvert et continu implique que des besoins d'ajouts de fonctionnalités sont proposés en permanence dans les projets, suivant les mécanismes que nous décrivons dans cette section.

Origines des ajouts de fonctionnalité

La première origine d'ajout de fonctionnalités correspond au modèle « idéologique » du développement des LOS. Dans ce modèle, les phases d'identification des besoins, de conception et d'implémentation sont confondues. Elles sont portées par un participant qui propose un premier prototype de code en réponse à un besoin impératif pour lui « *an itch worth scratching* »[27] (Raymond, 1999). Cette forme de développement correspond au modèle

[27] Expression que l'on pourrait traduire par « quelque chose qui démange ».

de développement « primaire » des LOS qui partent tous d'un prototype souvent développé de manière individuelle.

Le passage aux LOS de plus grande ampleur, disposant d'une plus grande diversité d'utilisateurs, et ayant des contraintes plus fortes en termes de maintenance, a imposé l'évolution de ce modèle vers d'autres mécanismes d'identification des besoins (Fitzgerald, 2006).

German (2003) identifie plusieurs autres origines d'évolutions du projet GNOME. Une deuxième source d'ajout de fonctionnalités viendrait ainsi de « visions stratégiques » des chefs de projets, pour gagner par exemple un avantage compétitif sur des concurrents (Fiztgerald, 2006). Une troisième source proviendrait de la nécessité de se référer aux *spécifications* d'autres logiciels similaires : Excel, Word, Powerpoint pour Open Office, Microsoft XP pour GNOME, ou encore des fonctionnalités d'autres langages de programmation pour Python.

Identification des besoins d'ajouts de fonctionnalités et évaluation des LOS

Mockus et al. (2002) décrivent que le processus d'identification de besoins d'ajout de fonctionnalités, dans certains projets LOS de grande ampleur (*Apache*, Mozilla), est encadré par des outils tels que des logiciels de traçabilité des dysfonctionnements (*bug report*) et des logiciels de traçabilité des nouvelles caractéristiques demandées (*feature request*).

En effet, tous les utilisateurs des LOS peuvent déposer des rapports de dysfonctionnements sur ces plateformes et prendre ainsi part à l'évaluation des LOS. Ces rapports de dysfonctionnement peuvent être l'occasion de faire remonter, aux développeurs, des besoins d'ajouts de fonctionnalités. C'est cette implication potentielle de l'ensemble des utilisateurs qui garantirait un taux de dysfonctionnements moindre dans les LOS que dans les logiciels propriétaires (Raymond, 1999)[28].

Néanmoins, le manque de « convivialité »[29] de ces logiciels fait que peu de participants suivent de manière active ces demandes. La majeure partie des besoins est en fait exprimée et élaborée de manière informelle à travers les échanges sur les listes de discussion (Mockus et al., 2002 ; German, 2003 ; Scacchi, 2001 ; Reis et Fortes, 2002).

Des besoins d'ajouts de fonctionnalités émergeant des listes de discussion

Scacchi (2001) met en évidence que les besoins sont en fait exprimés, représentés et distribués dans les espaces d'activité des projets, en particulier dans l'espace de discussion et ses messages électroniques. Il a comparé ce processus d'identification des besoins de quatre projets LOS sur la base d'observation des traces des projets (listes de discussion, sites web).

[28] Ce qui n'a toujours pas été démontré dans la littérature.
[29] Ou utilisabilité de ces logiciels, bien que nous n'ayons connaissance d'aucune étude à ce sujet.

Il parle de « asserted requirements » dans le sens où il s'agit d'une « génération spontanée » de besoins, ou de besoins émergeant dans l'espace de discussion, sans qu'un processus formel ne soutienne cette émergence. Ces besoins peuvent être des *spécifications*[30] de modules, des *spécifications* d'intégration de modules déjà codés, des « to do » listes. L'identification de ces besoins implique souvent l'intrication dans les messages de liens et de représentations des besoins sous formes de « scénarios » (des copies d'écrans, des liens vers d'autres sites, du pseudo-code). Ils peuvent être formalisés a posteriori dans l'espace de documentation à travers des FAQ (Frequent Ask Question) ou des documents de *spécifications*[31]. Il n'y a pas de validation formelle de ces besoins, si ce n'est qu'ils sont élaborés de manière plus approfondie sur les listes et sont finalement implémentés.

Pour les projets de grande ampleur, il devient cependant difficile de faire face à la quantité potentielle de besoins émergeant et aux modifications éventuelles du code qui y sont relatives. Les membres de la *core team* n'ont pas toujours « *la disponibilité temporelle pour lire les listes, ils peuvent donc choisir de s'en remettre à certains volontaires et aux participants dans leur ensemble pour reconnaître les améliorations prometteuses ou les vrais problèmes* » (Mockus et al., 2002, p.318).

Les Enhancements Proposal Processes : une formalisation des demandes de fonctionnalités

Les processus informels de sélection de nouvelles fonctionnalités que nous venons de décrire sont potentiellement sources de conflit dans les projets (Reis et Fortes, 2002 ; German, 2003). Certains projets ont donc mis en place des mécanismes plus formels encadrant les propositions de nouvelles fonctionnalités qui permettent de formaliser ces processus « ad-hoc ». Le projet Python a été le premier à mettre en place un tel mécanisme appelé : *Python Enhancement Proposal* (PEP). Il a été ensuite repris dans d'autres projet, comme GNOME (GNOME Enhancement Proposal ou GEP), Plone (Plone Improvement Proposal ou PLIP) ou encore XMPP (Jabber Enhancement Proposal JEP)[32]. D'autres projets, comme *Apache*, ont mis en place des stratégies proches basées sur la recherche de consensus dans les questions de conception discutées et traitées en ligne.Les mécanismes du type des PEPs permettent d'encadrer le processus de conception continu.

Une fois ces mécanismes de demandes de fonctionnalités identifiés, un autre point de l'organisation de la conception LOS, concerne, alors, la coordination des différentes tâches de la conception.

[30] Les spécifications décrivent ce que doit faire un programme informatique et comment il doit le faire.
[31] Notons que la documentation est souvent le parent pauvre de la conception des LOS, les participants ne trouvant souvent que peu d'intérêts à ces tâches terre à terre.
[32] Plone est un système de gestion de contenu Web, basé sur Python. XMPP est le protocole de messagerie instantanée standard et Open Source, utilisé par exemple par Google Talk.

2.4 Coordination dans les projets LOS

La littérature idéologique du mouvement LOS renvoie une image de LOS développés suivant un modèle de type « Bazar » par un nombre important de participants - s'opposant à un modèle de conception de logiciels propriétaires plus rigide de type « Cathédrale » (p.ex. Raymond, 1999 ; Di Bona et al., 2001). Il n'y aurait ainsi pas de planification du projet, de cahiers des charges ou de listes de livrables. Dans les sections suivantes, nous nous appuyons sur des études des champs des Interactions Humains-Machines (IHM) ou du Travail Coopératif Assisté par Ordinateur (TCAO) (Mockus et al., 2002 ; Crowston et al., 2007a et b, Scacchi et al., 2006, Ripoche et Sansonnet, 2006) qui permettent de nuancer et d'éclairer la vision de l'organisation du processus de conception LOS, portée par les théoriciens du mouvement.

Une conception modulaire facilitant la distribution des tâches dans les projets

Les LOS sont téléchargeables publiquement à partir de l'espace d'implémentation d'un projet (site des projets ou plateforme d'hébergement). Les versions téléchargeables correspondent à des versions stabilisées du logiciel qui contiennent le cœur du LOS et un ensemble de fonctionnalités intégrées autour de ce cœur, sous forme de modules d'extension, que l'on appelle la bibliothèque standard. Ces modules sont porteurs de fonctionnalités spécifiques et peuvent être maintenus sans avoir à « entrer » et à « maîtriser » l'ensemble du logiciel (Reis et Fortes, 2002). La conception modulaire laisse aux « utilisateurs » des logiciels des degrés de liberté quant à la paramétrisation, à la correction, voire au développement d'un module, ou d'un ensemble de modules adaptés à leurs besoins (Micaëlli et Visser, 2005). Une personne souhaitant ajouter une fonctionnalité, à la version du LOS qu'elle utilise, peut très bien le faire de manière locale, sans forcément avoir besoin de faire intégrer cette fonctionnalité dans la version standard du LOS. D'autres peuvent chercher à ce qu'il soit intégrer dans le cœur du logiciel.

Au niveau du processus de conception, la conception modulaire permet de gérer des tâches interdépendantes (Détienne, 2006 ; Micaëlli et Visser, 2005). En effet, en conception, les tâches qui correspondent à des sous-problèmes sont distribuées parmi plusieurs concepteurs ou équipes de conception. Chacun de ces protagonistes est donc porteur d'une, ou plusieurs, sous-tâches qui sont interdépendantes. Une première solution pour gérer l'interdépendance des tâches est de la réduire en faisant correspondre la décomposition des tâches avec la structure organisationnelle. Dans ce sens, un module ne correspond pas seulement à une fonctionnalité précise, il est également porteur d'une attribution de responsabilité à un individu : diviser le logiciel en sous-système revient à diviser le travail.

L'approche modulaire favorise le recours à des outils de gestion de projet pour encadrer et enregistrer les progrès d'une tâche, comme les logiciels de gestions de versions de code, ou de dysfonctionnement utilisés en conception LOS[33] . Cependant, plusieurs études précisent

[33] L'approche modulaire et les outils associés sont également utilisés en conception de logiciels propriétaires.

que l'attribution des tâches dans les projets LOS se fait bien plus via les listes de discussion que via les logiciels de gestions.

Attribution des tâches en conception de logiciels libres : paternité de code et auto-attribution

La répartition des tâches dans le cadre de la conception de LOS porte sur la correction des dysfonctionnements des logiciels, la maintenance de parties du code ou de module, et l'implémentation des nouvelles fonctionnalités. Bien que la répartition des tâches soit soutenue par les logiciels de traçabilité de l'espace d'implémentation, qui archivent les rapports de dysfonctionnements par exemple, il n'y a pas de règles explicites de coordination dans les projets (Scacchi et al., 2006). Deux fonctionnements implicites régissent alors la répartition des tâches : la règle de paternité de code et l'auto-attribution de tâche.

Paternité de code

Concernant la maintenance (corrections des dysfonctionnements des modules) et une partie de l'implémentation des nouvelles fonctionnalités, il existe une règle implicite de « paternité de code » (« code ownership »). Les membres de la *core team*, par exemple, ont tendance à travailler sur les parties du code qu'ils connaissent le mieux, celles pour lesquelles ils ont le plus contribué, celles pour lesquelles leur expertise est reconnue dans le projet (Mockus et al., 2002 ; German, 2003). De même, chaque module intégré dans la bibliothèque standard du projet est souvent sous la responsabilité d'un ou plusieurs développeurs, même si cela n'est pas formalisé (dans l'espace de documentation). Dans le cas de modules extérieurs au cœur du LOS, le concepteur principal du module est, en général, celui qui le maintient.

Plusieurs études basées sur l'analyse des traces de l'espace d'implémentation (traces de gestions de versions de code) (German, 2003 ; Capilutti et al., 2003 Ghosh et al., 2002) montrent qu'un petit nombre de contributeurs (moins de 10%) serait responsable de la prise en charge de la majorité des demandes de modifications et des modifications (plus de 50%, voire 80% dans certains cas). Dans le cas du projet GNOME, German (2003) montre que 10 contributeurs sur les 185 identifiés sont responsables de 46% des prises en charge des dysfonctionnements. Il montre également que ces contributeurs principaux appartiennent en majorité à la même organisation, de la même façon que les contributeurs principaux du projet Mozilla ou du projet Python à leurs débuts[34]. Notons que cette répartition des tâches a également été mise en évidence dans des travaux sur des projets de développement de logiciels « propriétaires » (Kraft, 1977 ; cité dans Ducheneaut, 2005).

Si ces chiffres ont le mérite de mettre en évidence qu'il existe une minorité de personnes participant activement aux projets, l'utilisation des traces de l'espace d'implémentation n'est pas, selon nous, un indicateur suffisant pour caractériser la participation au processus de

[34] Les core team de Python travaillait à la fin des années 90 pour la Zope Corporation qui développait un outil de gestions de contenu Internet basé sur Python (Zope). Plusieurs membres de la *core team* travaillent actuellement pour Google.

conception. En effet, nous avons vu que la majeure partie du processus de conception a lieu au travers des discussions en ligne en ce qui concerne l'ajout de fonctionnalités majeures. Or, cette participation n'est pas « traçable » dans l'espace d'implémentation puisque les possibilités de modifications de code sont, de fait, réservées à un petit nombre de développeurs disposant de droits spécifiques. La caractérisation de la participation aux projets nécessite donc de s'interroger sur la participation dans les trois espaces et en particulier dans l'espace de discussion. Notons que les traces de l'espace d'implémentation sont utilisées par beaucoup d'études sur la conception LOS (p.ex. de Souza et al., 2005) car il s'agit de données formalisées (on retrouve dans un champ dédié le nom du contributeur) ; il est plus complexe d'extraire automatiquement ce type de données des listes de discussion (p.ex. Reis et Fortes, 2002). En effet, il convient d'isoler dans un premier temps un processus de conception discuté, puis de lister les participants et de rentrer dans le contenu des messages pour identifier leurs formes de participations à la conception.

Auto-attribution des tâches dans les projets LOS

A cette règle de parternité de code, s'ajouttent des mécanismes d'auto-attribution permettant d'assurer la coordination des tâches entre les participants dans le cadre de la conception de LOS. Crowston et al. (2007b) étudient l'attribution des tâches dans trois projets LOS, sur la base d'une analyse de contenu de messages électroniques provenant de l'espace de discussion des projets. Ils définissent l'auto-attribution comme la pratique de définir une tâche à réaliser et de se proposer simultanément pour la réaliser. Ils distinguent l'auto-attribution de l'attribution des tâches à un autre participant du projet, ou encore à une personne extérieure au projet, et enfin de la demande de conseil auprès de quelqu'un. Notons que les auteurs ne précisent pas la nature des tâches à attribuer.

Pour les trois projets étudiés, l'auto-attribution est le mécanisme le plus utilisé (près de 60% des attributions), quel que soit le statut du participant dans le projet (utilisateurs ou développeurs). C'est l'intérêt du participant et sa disponibilité qui semblent motiver cette auto-attribution. Dans 20% des cas, les tâches sont attribuées à une personne du projet en particulier, mais les utilisateurs ne s'attribuent jamais de tâches entre eux : il s'agit toujours d'attribution de développeurs vers des utilisateurs.

L'ensemble des résultats que nous venons d'énoncer souligne les différences entre le modèle stéréotypé, de type bazar, et la réalité de l'organisation de la conception LOS. Ils soulignent également les différences avec l'organisation du processus de conception dans l'industrie logicielle « classique ». En effet, dans l'industrie logicielle:

- les tâches sont souvent assignées par un responsable hiérarchique sous forme de « modifications request » ou de « fault report » qui prescrivent le travail qui doit être fait sur le module à modifier ;
- la répartition des tâches est faite, par la hiérarchie, suivant la disponibilité des personnes et leurs compétences, et non par auto-attribution (Mockus et al., 2002) ;

- enfin, le droit de proposer de nouvelles fonctionnalités est réservé à certaines personnes, comme les membres du marketing.

Ces résultats confirment en partie la vision pyramidale de l'organisation de la conception de LOS - ils confirment le pouvoir des développeurs non seulement sur le code mais également sur la coordination dans le projet - tout en mettant en évidence un mécanisme d'auto-attribution relativement ouvert.

3 Vers une caractérisation de l'organisation sociale, des activités de conception et du rôle des participants du processus de conception LOS

L'aspect ouvert et continu du processus de conception LOS appelle plusieurs questions de recherche.

Dans d'autres situations de conception logicielle, on peut faire une distinction claire entre les concepteurs et les utilisateurs en termes de domaines de compétence. Or, dans les projets LOS, les participants se caractérisent souvent par une expérience minimale commune en informatique même s'ils possèdent aussi des expertises variées dans des domaines d'application. Les études que nous venons d'évoquer soulignent également que la distinction statutaire développeurs/utilisateurs ne correspond pas à l'activité effective des participants (p.ex. Reis et Fortes, 2002). On voit que certains participants ayant le statut d'utilisateurs peuvent être amenés à prendre en charge des tâches de conception, comme la correction de dysfonctionnements. Mais aucune étude n'a analysé réellement les formes de participations au processus de conception, en fonction du statut, et en particulier aux activités collaboratives de conception à l'œuvre dans les discussions en ligne.

Par ailleurs, l'aspect continu du processus de conception demande à être analysé plus finement. On peut, en particulier, s'intéresser aux différentes phases de ce processus de conception continu et aux rôles des différents protagonistes de la conception dans ces phases distribuées dans les trois espaces d'activité des projets (discussion, documentation et implémentation). Dans ce sens, le suivi des Enhancement Proposal Process peut permettre de tracer des processus encadrant des propositions de fonctionnalités dans les projets.

Ces points soulignent la nécessité de mieux appréhender l'organisation sociale des projets, et en particulier, les règles qui encadrent le processus de conception et l'évolution des participants dans les projets LOS, mais également les formes de participations et les rôles des participants liés aux activités collaboratives de conception. Pour commencer à clarifier ces questions, nous pourrons nous appuyer sur un cadre théorique construit à partir de la littérature concernant :

- l'organisation sociale des projets LOS qui sont vus comme des communautés en ligne mais également des communautés de pratique migrant vers des communautés épistémiques (Cohendet et al., 2003 ; Conein, 2004a) ;
- les activités collaboratives de conception, à travers des recherches issues de l'Ergonomie, et des recherches concernant les interactions médiées du champ de la Communication Médiée par Ordinateur (CMO) ;
- les rôles dans les collectifs, à travers des recherches issues de la Sociologie, de la Psychologie sociale et de l'Ergonomie.

Partie II. Cadre théorique

Chapitre 2 Organisation sociale des collectifs LOS

Une grande majorité des études (p.ex. Von Krogh et Von Hippel, 2003 ; Bonnacorsi et Rossi, 2003) ainsi que des théoriciens de la conception LOS (p.ex. Raymond, 1999), décrivent les groupes de personnes concevant et utilisant les LOS comme des *communautés*. Certains auteurs sont plus spécifiques et caractérisent les projets LOS de *communautés en ligne* (p.ex. Lakhani et Von Hippel, 2003), de *communautés de pratique* ou de *communautés épistémiques* (Conein, 2004a ; Cohendet et al., 2003). Ce chapitre a pour objectif de clarifier ces concepts et de positionner l'organisation sociale des LOS par rapport à eux. Nous commencerons par préciser le concept de communauté, avant de spécifier ce qui est entendu par communautés en ligne, de pratique ou épistémiques. Nous préciserons ensuite dans quelle mesure elle correspond à l'organisation sociale des projets LOS.

1 Communautés en ligne, communautés de pratique et communautés épistémiques

1.1 Un apport du concept de communauté pour décrire les organisations basées sur la participation

En Ergonomie, le concept de collectif de travail est fréquemment utilisé pour décrire les groupes de personnes, mutuellement conscients les uns des autres, et qui sont engagés dans une activité collective, c'est-à-dire des interventions coordonnées de plusieurs membres dont les tâches sont interdépendantes (voir Barthe et Quéinnec, 1999, pour une synthèse). Les collectifs décrits le plus souvent dans les études se constituent dans un cadre institutionnel et organisationnel qui fixe les objectifs communs aux membres du collectif (Maggi, 2002), même si ces groupes peuvent ensuite se structurer en équipes effectives pour répondre à ces objectifs (Leplat, 1993).

Dans le cadre d'une organisation du travail basée sur la participation et le volontariat, comme dans le cas des groupes de personnes concevant et utilisant les LOS, il peut être intéressant de convoquer le concept de communauté pour décrire l'organisation sociale . En effet, nous allons voir qu'il permet de penser autrement une organisation du travail qui ne soit pas basée sur une prescription organisationnelle, mais qui demeure efficace. Il permet donc de dépasser le système « entreprise » ou institutionnel, puisque les relations informelles, et non prescrites, ainsi que l'absence d'institutionnalisation des règles encadrant l'activité y sont deux éléments centraux (Zarifian, 1996).

Cette nuance posée, nous allons voir que les concepts de communautés pensées au travail (communauté de pratique et communauté épistémique) et de collectif de travail présentent un certains nombres d'invariants (interactions fréquentes entre les membres, règles de métiers,

langage opératif, ressources partagées par les membres). Par ailleurs, les activités des groupes de personnes convenant et utilisant des LOS ont pour autre caractéristique d'être médiées par les outils de communications d'Internet, ce qui confère à ces groupes des spécificités, notamment le respect de règles d'interaction, décrites par le concept de communauté en ligne.

Dans les sections suivantes, nous commencerons par décrire le concept « générique » de communauté dans ses fondements historiques. Puis, nous présenterons les caractéristiques des communautés en ligne, des communautés de pratique et des communautés épistémiques.

1.2 Le concept de communauté : des collectifs sans règle institutionnalisée

Fondations du concept de communauté

Au sens étymologique, une *communauté* est un groupe de personnes (cum) qui partagent quelque chose (munus) : un bien, une ressource, une obligation, une dette. Il s'agit donc d'une relation sociale caractérisée par une obligation mutuelle et par des règles du type « donner - recevoir – rendre » (Berquist et Ljundberd, 2001 ; Coris, 2007). *Communauté* renvoie également à « communion » : l'acte de partager, de mettre en commun. Dans une définition générale, on peut donc dire que le terme de *communauté* renvoie à un « *ensemble d'individus vivant à proximité, et possédant en commun des intérêts, des tendances, des pensées, entraînant une certaine solidarité* » (Grand dictionnaire terminologique de la langue française, 2001), qui « *partagent le même mode de vie ou un idéal codifié dans une règle* » (Centre National des Ressources Textuelles et Lexicales, 2008).

En philosophie et sociologie, le concept de *communauté* est opposée à celui de société (Tönnies, 1922 ; Weber, 1921 cités dans Zarifian, 1996 et Benghozi et al., 2001). La communauté repose sur « *l'adhésion unanime et pré-réflexive à des valeurs (…), alors que la société est fondée sur la stricte individualisation des intérêts qui conduit à la recherche consciente du compromis (…)* » pour satisfaire ses intérêts propres (Zarifian, 1996, p.145). Pour qu'il y ait communauté, il est nécessaire de partager un sens et des attentes de comportements autour de mêmes pratiques sociales, mais pas forcément d'être en accord sur la validité des actions. Une communauté est donc basée sur des règles autour desquelles les membres s'accordent et auxquelles ils se conforment. Ces règles sont un ensemble de normes culturelles ou de pratiques non formalisées. La transition d'une *communauté* à une société se fait au travers de l'apparition de prescriptions permettant d'atteindre un objectif.

Par ailleurs, une communauté est caractérisée par un lien social fort entre ses membres, créant un sentiment d'appartenance à un même ensemble. Ce sentiment est développé de manière dite traditionnelle – par reproduction du passé - ou affective, basée sur la régulation par le plaisir ou la peine. On trouve ainsi des communautés fondées sur les relations parentales, les relations de voisinage (habitats communs, relations fréquentes), les relations amicales (Tönnies, *op.cit*.).

Cette vision, opposant *communauté* et société, a pour mérite de fonder le concept de *communauté* mais elle semble quelque peu datée : elle avait été pensée dans une situation de transition de la vie rurale à la vie « moderne » et citadine (Proulx et Latzko-Toth, 2000). En particulier, nous verrons que les communautés décrites aujourd'hui peuvent disposer d'un ensemble de règles plus ou moins formalisées. En revanche, une caractéristique des communautés reste dans le fait que ce sont les membres eux-mêmes qui font évoluer cette règle, et non une autorité extérieure.

Caractéristiques générales des communautés

Il existe aujourd'hui pas loin d'une centaine de définitions de communautés (voir Guittard, 2006 pour une synthèse). Elles renvoient tantôt à des catégorisations descriptives des structures sociales et des interactions observables, tantôt à l'identification des valeurs cimentant les relations sociales, et tantôt à la dynamique et au fonctionnement des communautés.

En synthétisant ces différentes définitions, nous pouvons dégager plusieurs caractéristiques structurantes d'une communauté, et de sa capacité à durer dans le temps (Ostrom, 1990 ; Smith et Kollock, 1994; Guittard, 2006), qui sont :

- des interactions sociales fréquentes dans un contexte particulier ;
- un sentiment d'appartenance qui permet de définir les frontières des *communautés*;
- des valeurs communes (p.ex. honnêteté, confiance) et des règles de conduite basées sur ces valeurs, en particulier une solidarité entre les membres (aide mutuelle…) ;
- des règles de gouvernance (gestion des ressources, responsabilité dans la production) non formalisées. Ces règles correspondent aux besoins des individus et ceux-ci peuvent participer à leurs modifications. Ce sont donc des règles émergeant des besoins des membres. Elles impliquent un système de contrôle des comportements au sein de la communauté elle-même. Il s'agit d'un système gradué de sanctions et des mécanismes légers de résolutions de conflits. Ce système permet également de garantir un partage des tâches jugé équitable dans la communauté.

1.3 Communautés en ligne : un focus sur la communication médiée

Le concept de communauté a connu un renouveau dans le cadre de l'émergence des technologies de la communication liées à Internet, qui permettent à des groupes de personnes de se constituer en ligne autour d'intérêt commun (Proulx et Latzko-Toth, 2000). Ces communautés en ligne, parfois appelées communautés virtuelles, peuvent émerger d'Internet lorsqu'un nombre suffisant d'individus participent à des discussions publiques autour d'un thème précis, pendant assez de temps, de façon à ce que des réseaux de relations humaines

puissent se tisser (Proulx et Latzko-Toth, 2000) [35]. Ces communautés reprennent les caractéristiques du concept plus général de communauté (Preece, 2000 ; Smith et Kollock, 1994).

Tout d'abord, elles sont constituées d'un ensemble de personnes, dispersées géographiquement, partageant un intérêt commun (débat, soutien moral, rencontres, affaires…) et qui ont des échanges par l'intermédiaire d'un réseau informatique (courrier électronique, forums de discussion, messagerie instantanée).

Ensuite, elles partagent des normes et des valeurs qui leur sont propres, comme une participation basée plus sur le mérite que sur le statut, ou encore comme la netiquette[36] . Cette dernière impose :

- le respect des thèmes abordés par le sujet de la discussion ;
- la contextualisation des réponses dans les discussions, à travers notamment la citation électronique (Herring, 1999) ;
- la connaissance de l'historique des précédentes discussions.

Enfin, l'appartenance aux groupex étant extrêmement fluide, leurs frontières sont souvent indéfinissables, si ce n'est peut-être par le nom d'une liste de discussion par exemple.

Trois caractéristiques supplémentaires apparaissent du fait de la médiation des communications par les technologies liées à Internet.

La première concerne les outils de CMO. Ceux-ci permettraient d'atténuer l'influence du positionnement hiérarchique dans les communautés : les interactions sont moins familières - les personnes disposent d'un niveau d'interconnaissance moindre (Marc et Picard, 2003) - ce qui atténue les différences statutaires (Marcoccia, 2001). L'expression d'opinions ou la manifestation de comportements, que l'on sait normalement minoritaires ou sanctionnés par le groupe, sont facilitées (Smith et Kollock, 1994).

La deuxième concerne la présence d'un noyau dur de participants, garant des règles. Si tous les participants s'autorisent à participer, poster un message, y répondre, une ou plusieurs personnes sont les garants du respect des règles propres à chaque communauté en ligne, même si cette autorité y est « tempérée » (Conein, 2004b). Ce noyau dur de personnes se reconnait mutuellement sur la base du mécanisme d'évaluation par les pairs, et leur conscience des compétences de chacun est forte.

La troisième concerne la circulation et le transfert des connaissances qui seraient accélérés au sein des communautés en ligne de par le fait que les technologies liées à Internet sont des

[35] L'apport de la notion de communauté en ligne pour qualifier les phénomènes sociaux liés à Internet, est discuté par certains sociologues, en particulier du fait de son manque de définitions stabilisées et de l'absence de proximité physique des membres des communautés en ligne (Proulx et Latzko-Toth, 2000 ; Smith et Kollock, 1994). Certains préfèrent faire référence à des réseaux sociaux de communication ou assistés par ordinateur (Wellman, 1997, cité dans Proulx et Latzko-Toth, 2000).

[36] La netiquette a été formalisée par l'Internet Engineering Task Force http://tools.ietf.org/html/rfc1855

technologies dites cognitives. Ces technologies agiraient comme des *« facilitateurs (…) permettant aux personnes de produire des représentations et des contenus qu'elles ne produiraient pas sans ce support.»* (Conein, 2004a, p. 23).

Cependant, l'organisation en communauté n'est pas forcément donnée : des interactions en ligne ne suffisent pas toujours à créer des communautés nouvelles groupant des personnes provenant d'horizons différents (Conein, 2004b). Les relations dans les listes de discussion sont souvent parcellaires et peu de personnes s'engageront au-delà d'interactions ponctuelles s'ils ne poursuivent pas des objectifs communs.

1.4 Communauté de pratique et communauté épistémique : un focus sur l'apprentissage ou la production et l'échange de connaissances

Suivant la nature de l'intérêt commun des participants à des communautés en ligne, deux objectifs orientant l'activité peuvent apparaître : un objectif d'apprentissage structurant les communautés de pratique, ou un objectif de production et d'échange de connaissances structurant les commuautés épistémiques. Certains auteurs parlent alors de communautés de pratique en ligne (Preece, 2001 ; Wenger et al., 2005).

Communauté de pratique : une structuration informelle dirigée vers l'apprentissage

Une communauté de pratique est un groupe de personnes qui partagent une préoccupation, un ensemble de problèmes, ou une passion à propos d'un sujet et qui approfondissent leurs connaissances dans ce domaine en interagissant régulièrement. Ces personnes ne travaillent pas forcément ensemble. Il ne s'agit pas d'une équipe dont les objectifs sont déterminés par la hiérarchie ou l'organisation, mais d'une organisation informelle.

Les communautés de pratique sont caractérisées par une pratique autour d'un domaine d'intérêt et un ensemble de ressources communes, appelées répertoire partagé (Wenger, 1998) :

- la pratique est vue comme une « *manière habituelle d'agir dans un métier ou une industrie qui est acceptée comme allant de soi sans être sanctionnée par une loi ou être l'objet d'un contrat* » (Grand dictionnaire terminologique, 1976) ou un « *ensemble d'activités qui effectuent transformations, productions performantes à partir d'une compétence* » (Chanal, 2000). La pratique est ici opposée au prescrit organisationnel (Orr, 1990 cités dans Brown et Duguid, 1991). Cette conceptualisation s'inscrit dans la perspective de l'action située et de l'éthnométhodologie dans laquelle les actions sont comprises dans leur contexte avec ses influences historiques et culturelles (Suchman, 1987). Les aspects situés et la différence entre prescrit et réel portés par le concept de pratique sont proches de ceux portés par le concept d'activité développé en ergonomie (p.ex Leplat, 1993) ;
- le répertoire partagé par les membres de la communauté de pratique est constitué de ressources techniques et procédurales, d'expériences, de connaissances et d'un jargon :

- le jargon se rapproche de qui est décrit dans les collectifs de travail comme un langage opératif. Le langage opértaif est basé sur un ensemble de connaissances communes, et structuré par un ensemble de connaissances opératives, c'est-à-dire modelées par l'activité. Ce langage opératif a souvent un lexique et une grammaire plus restreints que le langage courant, il permet ainsi de minimiser le coût des interactions pour échanger des informations, et éventuellement se coordonner, contrôler la pertinence des actions de soi et des autres (Falzon et Navarro, 1993 ; Falzon, 1997) ;
- une partie de ce répertoire partagé est élaboré à partir d'« histoires de guerre » adaptables et particulières à une situation (Wenger, 1998 ; Brown et Duguid, 1991). Ces anecdotes permettent de tracer une séquence de comportements et leurs justifications. Ces anecdotes sont peu à peu formalisées dans le répertoire partagé de la communauté ;
- une partie des ressources de ce répertoire partagé peut être constituée de règles de métier (Cru, 1995) qui concernent la façon dont la pratique doit être accomplie, de règles liées à l'autorité, à la coopération ou à l'organisation du travail (Sauvagnac et Falzon, 1996). Ces règles sont mobilisées dans la pratique et sont souvent détournées des règles prescrites ;
- enfin, dans le cas d'interactions médiées, une partie de ce répertoire partagé (outils, ressources) se rapproche de ce qui est défini comme le champ commun de travail, défini par les auteurs du Travail Coopératif Assisté par Ordinateur, qui comprend les objets, les ressources et les processus qui changent dynamiquement en fonction des évènements rencontrés (Schmidt, 1994).

Ensuite, l'évolution des membres de la communauté se fait par cooptation (Chanal, 2000). L'évaluation de l'individu est faite par la communauté sur la base des valeurs qu'il manifeste et des avancées réalisées dans sa pratique, ceci implique que chacun ait une représentation de ces collègues.

Enfin, le caractère informelle des interactions entraînent un floues concernant les frontières des communautés de pratique (Vaast, 2005).

Ces différents points mettent en exergue la proximité qu'il existe entre les concepts de collectifs de travail (Barthe et Quéinnec, 1999) et de communauté de pratique. Tous deux s'inscrivent dans des champs proches (action située ou théorie de l'activité) qui s'intéressent aux pratiques effectives et situées, aux activités en situation de travail. Tous deux mettent en évidence l'importance de partager un langage opératif (Falzon, 1994) ou un jargon (Wenger, 1998) qui facilitent les communications entre les membres. Ils soulignent également l'importance de l'environnement et des ressources (répertoire partagé, champ commun de travail) à la disposition des membres pour interagir et atteindre leurs objectifs. Ils se rapprochent également, dans une certaine mesure, sur le fait qu'ils insistent sur les

mécanismes d'apprentissage à l'œuvre dans les collectifs qui soutiennent le développement de ses membres (Clot, 2005).

Communauté épistémique : un objectif de production et de circulation des connaissances

Une communauté de pratique peut devenir une communauté épistémique lorsque ses membres formalisent un ensemble de règles qui leur permet d'échanger, hors de la communauté, les connaissances qu'ils produisent. Cet ensemble de règles constitue alors ce qui est appelé une autorité procédurale.

Dans ce sens, une communauté épistémique est un groupe de personnes qui travaillent ensemble sur une classe de connaissances et dont l'activité est régie par une autorité procédurale qui lui permet de faire circuler cette connaissance (Cohendet et al., 2003 et Guittard, 2006). Un stéréotype de communauté épistémique est, par exemple, un ensemble de chercheurs s'intéressant à un concept particulier et se référant aux règles de publication propres à leurs domaines. Une *communauté épistémique* a deux caractéristiques propres :

- d'une part, elle a un objectif de production de connaissances. Le but des communautés épistémiques n'est pas uniquement le partage de pratiques en vue de développer les compétences individuelles, comme dans les communautés de pratique, mais de produire des nouvelles connaissances.
- d'autre part, les membres de la communauté épistémique ont développé un système de règles organisatrices de la diffusion de ces connaissances, appelé autorité procédurale. Cette autorité procédurale est constituée d'un ensemble de règles de conduite et de procédures plus ou moins explicites qui émergent de la communauté et auxquelles se soumettent ses membres (par exemple la règle de sélection des articles par les pairs pour la communauté des chercheurs). L'autorité procédurale permet d'évaluer la qualité du travail des participants et leurs contributions à l'effort collectif, dans le respect des normes de la communauté. Ce n'est pas uniquement un outil de régulation sociale mais également une ressource pour l'action qui définit les objectifs de la communauté et les moyens d'y parvenir.

1.5 Synthèse sur les concepts de communautés

La présentation des ces différents concepts permet d'en dégager les invariants mais également certaines différences.

Concernant les invariants, les communautés en ligne, de pratique et épistémiques se caractérisent par le partage d'un objectif commun et des interactions fréquentes et informelles entre leurs membres, encadrées par des règles et des valeurs que les membres des communautés sont en mesure de faire évoluer.

Cependant, la nature de l'objectif commun est différente suivant les communautés. Les communautés de pratique et epistémiques ont, en effet, des objectifs (respectivement apprendre et produire et échanger des connaissances) plus spécifiques et finalisés que ceux des communautés en ligne (échanger des informations, se faire des amis, jouer, faire affaire). Dans le cadre de ces activités finalisées, les participants sont amenés à partager un ensemble de ressources communes (champ commun de travail) et un langage opératif. Une différence entre les communautés de pratique et les communautés épistémiques demeure dans la formalisation d'une autorité procédurale encadrant la diffusion des connaissances dans le cadre des commaunautés épistémiques.

2 Une organisation sociale des collectifs LOS en communautés de pratique épistémiques en ligne

Les définitions que nous venons de poser nous permette de préciser la nature de l'organisation sociale des participants à la conception et/ou l'utilisation des LOS.

2.1 Une organisation sociale en communauté en ligne

Les projets LOS semblent avoir les propriétés de communauté, en particulier, en ligne.

D'une part, lls sont constitués des groupes de personnes se connectant à Internet, avec deux objectifs qui peuvent être distincts –ici concevoir et/ou utiliser un logiciel, et disposant de normes et de valeurs propres (Preece, 2000).

D'autre part, ils partagent des valeurs et des normes héritées du monde des *hackers* (Coris, 2007), comme :

- le fait que l'accès aux ordinateurs et à l'information doit être libre et gratuit. Cette valeur impose une norme d'ouverture du code informatique ;
- le don de code informatique ou de connaissances (à travers la réponse à des questions en ligne par exemple). Ce don est public : il n'est dirigé vers personne en particulier, et celui qui donne ne va pas forcément recevoir de ceux par qui son don aura été reçu[37]. Par contre, il est encadré par des normes de paternité et de redistribution du code (des modifications apportées à un programme ne se font pas sans l'accord des auteurs) ;
- une progression sociale basée sur le mérite, la construction d'une renommée et non sur la base d'une qualification. On parle ainsi d'organisations sociales méritocratiques (p.ex. Raymond, 1999 ; Lerner et Tirole, 2002 ; Gacek et Arief, 2004 ; Mahendran, 2002). La renommée est construite par ce qu'on donne à voir aux autres : ses compétences techniques visibles à travers la qualité du code source que l'on fournit mais également ces compétences discursives à travers sa capacité à initier des discussions en ligne ou à

[37] D'après l'enquête FLOSS (Ghosh et al., 2002), près de 56% des personnes interrogées estiment recevoir plus qu'elles ne donnent.

répondre aux questions (Mahendran, 2002), à respecter la nétiquette qui a été formalisée en premier lieu par les hackers.

Cependant, la finalité spécifique de l'objectif qui lie les membres des projets LOS fait qu'ils héritent également des propriétés de communautés de pratique et des communautés épistémiques.

2.2 Une organisation sociale en communauté de pratique migrant vers une communauté épistémique

Plusieurs auteurs voient l'organisation sociale des projets LOS comme des communautés de pratique migrant vers des communautés épistémiques (Cohendet et al., 2003 ; Conein, 2004a)[38], en particulier du fait de la création d'une autorité procédurale de production et de diffusion des logiciels.

En reprenant l'exemple du projet *Linux*, Cohendet et al. (2003) discutent de la façon dont ce projet migre d'une structuration en *communauté de pratique* à une structuration en *communauté épistémique* au fur et à mesure de l'évolution du projet et de ses objectifs.

Ces auteurs postulent que les *hackers*, à la base des projets LOS au début des années 90 forment une *communauté de pratique*. Ils partagent des normes et des valeurs, décrites dans la section précédente, et ont pour objectifs de résoudre des problèmes informatiques et d'améliorer leurs compétences. De plus, ils rendent publiques leurs productions à travers l'échange de code informatique. D'après les auteurs, il s'agit également d'une structure informelle car « *aucun déterminisme extérieur n'influence sa structure interne* » (Cohendet et al., 2003 p.112). C'est l'engagement dans cette culture qui lie les membres de la communauté. Selon les auteurs, ces propriétés correspondent à celles des *communautés de pratique* (engagement mutuel, entreprise commune et ressources partagées dans les espaces d'activité). Mais au fur et à mesure de la croissance des contributions, certains projets (dont *Linux*) ont dû mettre en place une autorité procédurale pour évaluer la qualité de ses contributions. Ces projets ont donc migré vers une forme de *communautés de pratique épistémique*.

Enfin, des études montrent que l'évolution des participants dans les communautés LOS est encadré par l'évaluation par les pairs et la cooptation, comme dans les communautés de pratique (Mahendran, 2002 ; Conein, 2004b ; Ducheneaut, 2005).

3 Une organisation sociale dépendante de la nature des activités des participants et de leur domaine d'intérêt ?

Chacun des concepts précédents (communauté en ligne, communauté de pratique épistémique) décrit une certaine facette de la réalité des projets LOS :

- les collectifs LOS sont des organisations informelles basées sur une participation volontaire, hors d'un cadre institutionnel classique, sans contrat de travail. Dans ces projets, la définition et l'allocation des tâches, les statuts se négocient en fonction des compétences qu'on laisse à voir ;
- ils sont également organisés autour d'interactions en ligne, encadrées par des valeurs et des règles spécifiques (nétiquette, mérite, reconnaissance par les pairs, paternité de code, ouverture du code…). Ces valeurs et règles guident l'évolution de la communauté et ses membres peuvent les faire évoluer ;
- ils partagent des ressources communes distribuées dans les espaces d'activité (forums, listes de discussion, outils de traçabilité, *blog*…) et des pratiques communes d'usage de ces outils. Ils semblent également partager un langage opératif, bien que nous n'ayons pas connaissance d'études qui le décrivent.

Cependant, les enquêtes sur lesquelles nous nous sommes appuyées au chapitre 1 (p.ex Ghosh et al., 2002), investiguent principalement la population des développeurs. En revanche, rien n'est vraiment dit concernant les participants dans leur ensemble, les utilisateurs et les domaines d'application des LOS dans lesquels ils évoluent. Or, une communauté est définie par la nature des objectifs et activités qui unissent ses membres, et on peut penser qu'il existe au moins deux objectifs distincts dans le cadre des LOS : un objectif de conception et un objectif d'utilisation du LOS. Ces activités et objectifs différents définiraient alors des frontières parmi les groupes de participants, et donc des communautés potentiellement différentes.

Cette caractérisation des projets LOS requiert d'être capable de mettre en évidence de manière plus fine :

- les activités dans lesquelles les participants aux projets LOS sont engagés (Proulx et Latzko-Toth, 2000 ; Conein, 2004 a et b ; Ripoche, 2006 ; Demazière et al., 2007) ;
- le rôle de ces participants en fonction de l'engagement et des activités des personnes, ce qui est un élément centrale de la coordination dans les organisations communautaires (Zarifian, 1996 ; Wenger et al., 2005), de la façon dont elles sont conçues ;
- mais également les représentations, les conceptions, qu'ont les participants de l'organisation à laquelle ils appartiennent.

[38] ou encore des communautés qui se rapprochent de la structuration des communautés scientifiques, sans faire référence explicitement aux communautés épistémiques (Von Hippel et Von Krogh, 2003)

Chapitre 3 Activités collaboratives dans les situations de conception médiées

Avec l'essor des technologies de l'information et de la communication, et la globalisation des situations de travail, les participants aux processus de conception sont amenés à interagir suivant différentes modalités de communications :

- il y a des réunions de conception en face-à-face, c'est-à-dire en co-présence en mode synchrone, où tous les protagonistes se trouvent dans un même espace, en même temps ;
- mais aussi des situations de conception à distance, dans lesquelles les participants peuvent interagir:
  - en mode synchrone – tous sont présents « en même temps » lors d'une vidéoconférence par exemple ;
  - ou en mode asynchrone à travers les courriers électroniques par exemple, les plateformes d'échanges de documents, les forums de discussions.

Dans ce chapitre, nous nous appuierons sur plusieurs recherches qui ont examiné finement les interactions en situation de conception collaborative[39] logicielle en face-à-face (d'Astous, et al. 2001 ; d'Astous, et al. 2004 ; Herbsleb, et al., 1995 ; Olson, et al., 1992) et des situations de co-conception à distance, en mode synchrone (p.ex. Olson et Olson, 2000 ; Détienne et al., 2004). Elles ont permis de mettre en évidence la nature des activités à l'œuvre dans les situations collaboratives de conception, mais également des conditions nécessaires aux succès des collaborations à distance et à leur instrumentation. Nous nous appuierons également sur des travaux du champ de la Communication Médiée par Ordinateur (CMO) pour dégager des dynamiques spécifiques aux discussions en ligne qui médient la conception LOS.

1 Activités collaboratives de conception

Dans les situations de conception collaboratives, trois types d'activités ont été mises en évidence : les activités génératives de conception ; les activités de clarification (*synchronisation cognitive*) et les activités de coordination (*synchronisation opératoire*). Nous commencerons par présenter chacune de ces activités, avant de nous intéresser également à la nature des connaissances échangées par les concepteurs à travers ces activités, et enfin à leur dynamique dans les situations de conception (répartition et alternance des activités).

[39] Il s'agit de collaboration, ou de co-conception, car les concepteurs sont engagés conjointement sur une même tâche, comme dans les réunions de conception, par exemple (Schmidt, 1994)

1.1 Trois types d'activités collaboratives de conception

Des activités de génération-évaluation de solutions soutenues par l'argumentation

Activités génératives de conception

Un premier type d'activités concerne la définition des propriétés de l'objet en cours de conception ou sa spécification : les activités génératives de conception.

L'activité de conception est considérée comme une activité de résolution de problèmes (Visser, 2004 ; Darses et Falzon, 1996). Elle consiste à spécifier un artefact sur la base de besoins donnés, décrivant une ou plusieurs fonctions à remplir, et des objectifs à atteindre (Visser, 2004). Les problèmes de conception sont considérés comme mal-définis et mal-structurés (p.ex. Simon, 1973) et renvoient aux caractéristiques suivantes :

- l'état initial des problèmes a de nombreux degrés de liberté, il est incomplet et ambiguë et n'est donc pas suffisant pour définir précisément la solution. Les besoins initiaux ne sont pas suffisants pour définir le but à atteindre et une définition progressive des problèmes est nécessaire ;
- problèmes et solutions sont construits simultanément, les phases de génération et d'évaluation se succèdent et sont interdépendantes. Il y a un ensemble de solutions possibles et ce sont aux concepteurs d'opérer un compromis pour trouver la solution acceptable dans cet ensemble, en fonction des contraintes ;
- les concepteurs doivent composer avec différentes contraintes imposées lors de la conception, et les différentes représentations de l'artefact à concevoir portées par ses protagonistes. Ces contraintes sont instables : les représentations du problème et des solutions évoluent en permanence durant le processus de conception.

Les activités génératives de conception ont initialement été décrites comme des activités individuelles de résolution de problèmes basées sur un processus opportuniste de génération-évaluation de solutions (p.ex. Hayes-Roth et Hayes-Roth, 1979). Mais, il s'agit également d'un processus central dans les situations de conception collaborative qui a été mis en évidence tant dans le cas de conception de situation de production (p.ex. Darses, 2006), ou encore qu'en conception d'artefact symbolique comme en conception logicielle (p.ex d'Astous et al., 2004).

Ces activités incluent la construction du problème de conception, l'élaboration de la solution, l'identification de solutions alternatives et leur évaluation par les concepteurs. Les activités d'évaluation renvoient à deux activités liées : simuler le fonctionnement de l'artefact et construire et appliquer des critères d'évaluation (Visser, Darses et Détienne, 2004). Par ailleurs, ces activités génératives de conception sont soutenues par l'argumentation.

Argumenter pour converger vers une solution acceptable

Dans les situations de conception, les communications sont essentielles pour garantir : les échanges d'informations ; l'adéquation des connaissances des différents protagonistes, des différents objectifs (Falzon et Navarro, 1993) ; ou encore l'avancé du projet de conception (p.ex. Falzon, 1994; Badke-Schaub et Frankenberger, 2002 ; Détienne et al., 2004; Darses, 2004). C'est en particulier au travers du processus argumentatif que les co-concepteurs intègrent les diverses perspectives dont ils sont porteurs et convergent vers un consensus concernant une solution acceptable. L'argumentation sert à établir ce qui doit être admis comme le collectivement valide (Miller, 1987 ; cité dans Baker, 1996).

Dans ce cadre, le processus argumentatif remplit une fonction coopérative liée à la compréhension du raisonnement qui sous-tend les propositions de conception et leurs critères de choix (Baker et al., 2003). Dans une perspective rhétorique, l'argumentation est considérée comme un processus interactionnel qui a pour objectif de convaincre, c'est-à-dire d'adopter une position par le recours à des arguments (Plantin, 1990, cité dans Baker, 1996). Un argument a une fonction de justification qui dépend du contexte dans lequel il est émis (environnement externe de la tâche, valeurs sociales, attentes de l'auditoire…). Un argument n'est donc pas convaincant en lui- même , son ancrage dans un contexte de production et de réception est central.

C'est au travers de l'argumentation que les activités génératives de conception (proposition-évaluation de solutions) peuvent se mettre en place, que les solutions sont évaluées , ce qui permet aux co-concepteurs de converger vers une solution acceptable. Ces activités d'évaluation sont essentiellement fondées sur l'évocation d'informations provenant de registres de référence divers (contraintes, simulations, règles…). La description de ces évaluations peut rendre compte du consensus progressif qui s'établit entre co-concepteurs et qui aboutit à la définition d'une solution (Buckingham Shum et Hammond, 1994 ; Moran et Carroll, 1996; Olson et al., 1992).

Synchronisation cognitive et référentiel commun

La synchronisation cognitive est le deuxième type d'activités collaboratives de conception mis en évidence. La *synchronisation cognitive* est un processus de clarification qui vise la construction, l'évolution et le maintien dynamique d'un contexte de connaissances[40] mutuelles. La synchronisation cognitive est un processus collaboratif dans lequel les concepteurs établissent mutuellement ce qu'ils savent pour avancer dans le processus de

[40] On entend ici par connaissances des savoirs stabilisés qu'un sujet a élaboré à travers l'interaction avec son environnement. Ce sont des types de données organisées en domaines plus ou moins riches et complexes que le sujet peut mobiliser pour s'adapter à une situation. À travers l'activité qu'il met en œuvre, le sujet enrichit ses domaines de connaissances soit en ajoutant de l'information (assimilation), soit en restructurant son contenu (accommodation). Les connaissances sont donc liées aux informations que la mémoire peut mobiliser. On distingue plusieurs classes de connaissances : des connaissances pragmatiques qui règlent les conduites élémentaires, appelées connaissances procédurales, jusqu'aux connaissances scientifiques générales (concepts théoriques), appelées connaissances déclaratives.

conception (Clark et Brennan, 1991). Elle contribue à l'efficacité du processus, car elle a pour objectifs de s'assurer (Darses et Falzon, 1996) :

- que chaque membre du groupe a connaissance des faits relatifs à l'état de la situation (données du problème, état de la solution, hypothèses adoptées…), en d'autres termes qu'ils disposent d'une représentation de la situation;
- et qu'ils partagent un même savoir quant au domaine de l'activité, un répertoire commun qui concerne les règles techniques, les procédures, un langage opératif, des règles de fonctionnement du collectif.

Par ailleurs, la synchronisation cognitive soutient le maintien et la construction d'une représentation fonctionnelle commune aux opérateurs qui oriente et contrôle l'activité que ceux-ci exécutent collectivement (Leplat, 1991). Cette notion est diversement intitulée (voir Giboin, 2004 pour une synthèse), « espace référentiel commun » (Darses, 2004), « référentiel opératif commun » (de Terssac et Chabaud, 1990), « espace d'intersubjectivité » (Zarifian, 1996) ou « terrain commun» (Clark et Brennan, 1991). Ce référentiel commun est composé de représentations mentales, mais aussi de représentations artefactuelles intermédiaires (plans, maquettes, code informatique…) au travers desquelles le référentiel opératif commun est « donné à voir ». Il s'agit d'une représentation partagée de « l'état » actuel de la solution, mais aussi des procédures mises en place par le collectif, des connaissances sur son fonctionnement, ou encore des règles techniques.

La construction du référentiel commun est liée à un partage d'informations à travers des processus interactionnels (communications verbales et non-verbales) et un partage pré requis de connaissances. Les co-concepteurs sont engagés dans des activités de clarification qui permettent de négocier et de construire cette représentation partagée de l'état du problème de conception, des solutions, des règles de conception et des critères de choix.

Coordination en conception collaborative médiée

L'activité de synchronisation opératoire est le dernier type d'activités décrit par les études portant sur les activités collaboratives de conception. La *synchronisation opératoire,* ou *coordination*, concerne la coordination du processus de conception (par opposition à l'objet en cours de conception lui-même) : gestion du projet (par exemple : allocation et planification des tâches), gestion des réunions (p. ex. mise à l'ordre du jour ou report des sujets de discussions).

La synchronisation opératoire a pour objectifs d'assurer:

- la répartition des tâches entre les partenaires d'une activité collective ;
- son organisation temporelle (déclenchement, arrêt, simultanéité, séquençage, rythmes des actions à réaliser).

Là encore, les communications (verbales et non-verbales) informelles - réunions et discussions opportunistes- ou formelles – réunions planifiées - sont des éléments essentiels permettant la coordination. Elles favorisent également la mise en place de mécanismes d'anticipation entre les membres du groupe, qui garantissent la performance du processus (Leplat, 2006). Il peut cependant exister des défaillances dans ces communications. Ces défaillances peuvent être dues à l'aspect dynamique du processus de conception (turn-over des participants, changements d'objectifs du projet…) (Krasner et al., 1987), et à la difficulté pour les participants, de se construire une conscience (awareness) du processus de conception, comme nous l'aborderons dans la section 2 de ce chapitre.

1.2 Natures des connaissances échangées dans les situations de conception collaboratives

Ces activités collaboratives de conception sont liées à divers types de connaissances qui peuvent être apportées par les protagonistes de la conception. Dans ces situations deux types principaux de connaissances peuvent être échangés : les connaissances liées au domaine de la conception et celles liées au domaine de l'usage.

Les connaissances spécifiques à la conception sont des connaissances techniques, déclaratives, quant au fonctionnement des artefacts techniques – par exemples méthodes et langages de programmation en conception logicielle, règles de programmation- et au déroulement du processus de conception.

Les connaissances liées à l'usage sont le plus souvent contextuelles : elles sont mobilisées en situation ; et il peut être difficile de les formaliser. Elles sont fonction des expériences et des connaissances (déclaratives, procédurales) que les protagonistes de la conception ont pu élaborer relativement à la tâche, au domaine d'application et à la technologie. Ces connaissances regroupent les connaissances sur (Reuzeau, 2000) :

- les tâches, les procédures et les méthodes de travail associées à l'artefact conçu;
- les activités, les savoir-faire, les pratiques, les régulations collectives qui leurs sont associés;
- l'artefact lui-même, la charge de travail qu'il induit, les connaissances requises à son utilisation, les modèles de communication qu'il véhicule ;
- l'organisation, les structures sociales, les conditions de travail, les politiques et stratégies des entreprises ;
- le domaine d'application de l'artefact.

Par contre, les concepteurs n'ont souvent que peu de connaissances concernant le domaine d'application, les situations réelles d'usage et sous-estiment leurs variabilités et leurs diversités (Garriguou et al., 1995).

Outre ces deux types de connaissances, les protagonistes peuvent également transmettre des connaissances liées au propre fonctionnement du collectif auquel ils appartiennent ou encore aux outils qu'ils utilisent.

1.3 Des réunions de conception marquées par des séquences typiques d'activités et la prédominance des activités de synchronisation cognitive

Plusieurs études (Olson et al., 1992 ; Herblseb et al., 1995, d'Astous et al., 2001, 2004 ; Darses, et al., 2001 ; Stempfle et Badke-Schaub, 2002 ; Détienne et al., 2005 ; Darses, 2004) permettent de mettre en évidence la répartition et l'alternance des activités collaboratives de conception. Elles sont pour la plupart basées sur l'analyse des échanges verbaux, et sur l'alternance des tours de parole entre concepteurs qui sont circonscrits sur la base d'indicateurs marquant les ouvertures et les fermetures thématiques (déictiques, synthèses).

Prégnance de l'activité de synchronisation cognitive en face à face et à distance

En face à face, l'activité de synchronisation est présente de façon majoritaire, dans des réunions de remue-méninge ou d'inspection, en conception logicielle (Herbsleb et al., 1995; Olson et al., 1992; D'Astous et al., 2001), dans le domaine aérospatial (Détienne et al., 2005) ou mécanique en face à face (Stempfle et Badke-Schaub, 2002), ou à distance (Détienne et al., 2004).

Olson et al. (1992) analysent les interactions d'un groupe de concepteurs informatique expérimentés et montrent qu'un temps important est consacré à des discussions de conception (génération-évaluation de solutions) et aux activités de clarification. D'Astous et al. (2004) mettent en évidence l'importance des activités de synchronisation cognitive (un tiers des échanges) par rapport aux activités d'évaluation. D'Astous et al. (2004) observent que les co-concepteurs explicitent leurs critères d'évaluation, rendant ainsi apparentes les connaissances nécessaires à la procédure d'évaluation.

Dans les situations de conception collaboratives distantes et synchrones, les activités de synchronisation cognitive sont toujours prédominantes (Détienne et al., 2004). En revanche, de nouvelles activités apparaissent, comme celles de gestion de l'interaction à travers le média (gestion des tours de parole, gestion des ressources), et ont également une place importante. Ces activités de gestion de l'interaction entraînent des modifications du contenu des échanges entre concepteurs: une plus grande part étant alors faite à l'explicitation même des actions élémentaires (Vacherand-Revel, 2002).

Séquences d'activités et arguments spécifiques

D'Astous et al. (2004) ont décrit certains de ces enchaînements typiques d'activités collaboratives de conception. Une activité « d'élaboration – proposition » de solutions est généralement suivie soit par son évaluation, soit par le développement de solutions

alternatives. Dans le deuxième cas, la proposition d'une alternative de solution est souvent l'indicateur d'une évaluation négative implicite de la solution initialement proposée. Enfin, la construction d'une représentation partagée est un préalable aux activités d'évaluation de solutions : une évaluation est souvent précédée par une synchronisation cognitive. Stempfle et Badke-Schaub (2002) montrent que certaines équipes font sans cette étape de synchronisation cognitive, ce qui conduit à une évaluation prématurée des solutions de conception[41].

Le recours à des arguments spécifiques est mis en évidence par Darses (2006). Cet auteur analyse le type d'arguments utilisés durant deux phases de réunions de conception collaboratives (analyse du problème et recherche de solution). Elle montre que pendant la phase d'analyse du problème de conception, ce sont principalement des arguments décrivant les procédures de travail et les modes opératoires propres à la situation de conception étudiée qui sont mobilisés. En revanche, ce type d'arguments est peu employé pour soutenir les activités génératives de conception (recherche de solution), phase durant laquelle des processus de simulations de solutions sont plus utilisés.

Des décisions de conception souvent implicites

L'aboutissement du processus argumentatif entre concepteurs est d'établir collectivement une décision de conception. Plusieurs études ont montré que les décisions concernant les solutions de conception sont rarement explicitées lors des réunions ; elles sont au mieux formalisées *a posteriori* dans des compte-rendus de réunions (Marty et Darses, 2001 ; d'Astous et al. 2004). Marty et Darses (2001) ont étudié le processus de prise de décision collective dans le cadre de la construction d'infrastructure[42]. L'analyse de la structure et de l'évolution de la réunion étudiée fait apparaître que, très souvent, les acteurs de la réunion passent d'un thème de conception à l'autre sans que l'on puisse identifier une décision qui motiverait la clôture du thème. Les discussions s'arrêtent sur l'énoncé d'une évaluation, ou d'une proposition.

En revanche, les participants s'accordent pour dire que des décisions ont effectivement été prises et elles sont tracées dans des comptes-rendus, ce qui fonde implicitement la prise de décision (Darses, 2004). Dans une étude sur la conception participative de dispositifs de fabrication, Cahour (2002) établit que ce manque de traçabilité des décisions est une des raisons de l'échec de la mise en place de la participation, car il crée des décalages entre les protagonistes de la conception, par exemple entre les concepteurs et les opérateurs associés.

2 Conscience du processus de conception et conscience sociale dans les situations collaboratives distantes et médiées

Dans les situations de conception distantes, les possibilités de mise en œuvre des activités collaboratives de conception sont conditionnées par la construction et le maintien de ce que

[41] Chez Stempfle et Badke-Schaub (2002) les co-concepteurs étaient dans ce cas des étudiants en génie mécanique ce qui peut expliquer le biais de l'évaluation prématurée.
[42] Il s'agissait de la construction du métro toulousain.

l'on appelle la conscience de « la situation », du fait de la relative pauvreté des interactions distantes. Dans une première section, nous décrirons cette relative pauvreté, avant de nous intéresser à la conscience de « la situation » dans le cadre des situations de conception distantes. Nous présenterons, enfin, une étude portant sur la construction de *la* conscience dans le cadre de la conception de LOS.

2.1 Pauvreté des interactions distantes et degré de couplage des tâches

Les interactions médiées, en particulier à distance, sont encore relativement pauvres par opposition aux interactions en co-présence (Olson et Olson, 2000) qui:

- permettent d'avoir un retour rapide et de pouvoir corriger de manière quasi-instantanée les incompréhensions et les désaccords entre les participants;
- sont soutenues par plusieurs canaux de communication (visuel, auditif…) ;
- constituent un contexte de travail local et partagé qui favorise une meilleure compréhension des activités de chacun ;
- facilitent la « co-référence » (par exemple, pour faire référence à quelqu'un on peut aisément le désigner du doigt) ;
- facilitent l'utilisation des ressources informatives de façon opportuniste (Grosjean, 2006).

Cette relative pauvreté permet de réaliser des tâches à distance qui ont un faible degré d'interdépendance, ou de couplage (Olson et Olson, 2000). Le couplage renvoie à la nature et à l'intensité des interactions nécessaires pour pouvoir réaliser une tâche.

Cependant, la conception collaborative est considérée comme une tâche fortement couplée « *la réalisation de la tâche dépend du talent de divers participants, elle est non-routinière, parfois même ambiguë. Les composants de la tâche sont fortement interdépendants.*» (Olson et Olson, 2000, p.162.), ce qui rend son instrumentation plus complexe. Ce fort couplage impose pour les participants de disposer au préalable des interactions d'un référentiel commun, car les clarifications sont rendues plus difficiles à distance. Plus largement, ce couplage impose également que les participants puissent se construire une *conscience (awareness)* de l'état du processus de conception, pour pouvoir se coordonner par exemple.

2.2 Conscience du processus de conception et conscience sociale

Le concept de *conscience de la situation (Situation Awareness)* a été développé, initialement, dans des recherches sur le contrôle de processus dans des situations dynamiques et à risque (p.ex. Endsley, 1995). Il a été principalement investigué au niveau individuel, mais quelques modèles de la conscience de la situation commence à apparaître dans le cas du travail coopératif (voir Salmon et al., 2008 pour une synthèse des modèles individuels et collectifs).

Ce concept a été introduit plus récemment dans les recherches du champ du Travail Coopératif Assisté par Ordinateur (TCAO) (p.ex. Schmidt, 2002), dans lequel il prend une

dimension nouvelle puisque la distance et la médiation rendent plus difficile la coordination des protagonistes de la conception, la synchronisation cognitive et les activités génératives de conception (Détienne, 2006).

Dans ce champ, plusieurs auteurs (Carroll et al., 2003 ; Schmidt, 2002) soulignent qu'il convient de préciser la nature de la *conscience* en jeu dans les situations de coopération distantes et médiées. Le concept de *conscience* ne peut s'entendre qu'à travers l'action en cours et une attribution : une personne est consciente *de* quelque chose. Ils distinguent ainsi: la conscience de la situation, la conscience de l'action et la conscience sociale.

Nous commencerons par décrire brièvement le concept de conscience de la situation au niveau individuel avant de spécifier ce concept dans le cadre de situations de conception distante : la conscience du processus de conception et la conscience sociale.

Le concept de conscience de la situation : une représentation opérative de la situation

Au niveau individuel, la conscience de la situation est tantôt perçue comme un état – une connaissance résultant d'une perception- et tantôt comme un processus, une capacité à maintenir cette perception - finalisée par une action en cours- et à évaluer la pertinence des informations recueillies. On peut donc considérer que la conscience de la situation est constituée par l'ajustement permanent, le réglage dynamique d'une représentation opérative[43] de la situation (Endsley, 1995 ; Dusire, 2000).

La recherche d'informations pertinentes, par et pour les opérateurs, est déterminée par leurs objectifs. Cela implique que les éléments de l'environnement ne sont pas pertinents a priori, et qu'il peut exister des variations dans ces représentations suivant les opérateurs. Il ne s'agit pas de construire une représentation exacte mais une représentation qui soit fonctionnelle et opérative (Dusire, 2000). Les représentations de la situation sont des *« constructions mentales élaborées dans un contexte particulier et à des fins spécifiques, pour faire face aux exigences de la tâche en cours* ». Il s'agit *« d'une combinaison d'activités, d'objets et de relations (…), une construction mentale de l'évolution de la tâche et de l'action des autres* » (Dusire, 2000, p. 17).

Par ailleurs , l'environnement des opérateurs est constitué de plusieurs niveaux : les systèmes avec lesquels ils opèrent, leurs équipes de travail, l'organisation. La construction de la *conscience de la situation* est modulée par l'environnement lié à l'évolution de la situation sur la base des actions d'un participant, l'évolution de la situation hors de ses actions.

Conscience du processus de conception dans les situations coopératives de conception médiées

Dans les situations de conception distantes et médiées, la conscience est soutenue par des pratiques à travers lesquelles des participants coopérant, et faisant face à leurs propres urgences et aléas, arrivent à capter ce que font leurs collègues et à réguler leur activité en

conséquence (Schmidt, 2002). Il s'agit d'une « *capacité des participants à rester sensible à leurs conduites réciproques tandis qu'ils sont engagés dans des activités distinctes* » (Heath et al., 2002, p.317 ; traduction issue de Grosjean, 2005).

Dans les situations coopérative de conception, la *conscience* peut être liée au *processus de conception* et renvoyée aux questions : qu'est-il en train de se passer ? et comment se déroule le processus de conception? La conscience du processus de conception est, donc, composée de :

- la *conscience de l'action* qui renvoie à l'état de la tâche et des contributions des partenaires engagés dans la tâche : périodes et types d'interactions avec les ressources partagées, lieu et objectifs de l'activité en cours des participants. Il s'agit d'une conscience orientée vers les dépendances des partenaires au regard de l'artefact conçu, plutôt que vers le processus ;
- la *conscience de la situation* qui est orientée vers la gestion des dépendances liées au processus. Elle concerne la conscience commune des tâches et du niveau de compréhension des autres protagonistes : tâches partagées, attribution des tâches ; dépendances des tâches; avancement du projet.

Conscience sociale

Un troisième type de conscience peut être ajouté aux consciences de la situation et de l'action : la conscience sociale. Les participants à un processus de conception distant cherchent à se reconstruire une connaissance de l'autre, des relations d'entraide, et des régulations qui existent entre des protagonistes travaillant de manière co-localisée, au travers d'interactions informelles (Schmidt, 2002 ; Carroll et al., 2003). La *conscience sociale* est une représentation des participants engagés dans des tâches pertinentes: qui est présent ; qui est disponible ou non ; quelles sont les séquences et la fréquence des communications entre participants ; qui a quelle expertise ; qui a quel rôle dans le processus de conception. La construction de cette conscience sociale est donc essentielle pour la performance du processus de conception.

La conscience sociale permet de faciliter la collaboration notamment au travers de la confiance que les différents protagonistes de la conception s'accordent, ainsi que la confiance qu'ils accordent aux systèmes (Olson et Olson, 2000 ; Dusire, 2000). Or, les situations de coopération distantes sont reconnues comme moins efficientes et moins fiables, en particulier, à cause d'un déficit de construction de confiance, et de la conscience sociale, des autres protagonistes (Herbsleb et al. 2000; Olson et Olson, 2000). D'une part, la confiance est plus difficile à établir car les protagonistes ont du mal à connaître les personnes avec lesquelles ils interagissent (Olson et Olson, 2000). D'autre part, il est plus difficile d'établir un contact avec

[43] Le terme opératif est içi employé par analogie avec le concept d'image opérative d'Ochanine (1978).

le protagoniste pertinent, de se construire une représentation de : qui dispose de l'information adéquate, ou encore de qui est l'expert.

2.3 Conscience du processus de conception et conscience sociale dans les projets LOS

Dans le cas de la conception LOS, Gutwin et al. (2004) mettent en évidence deux mécanismes de maintien de la conscience du processus de conception (qui est dans le projet, où se trouve le code sur lequel ces personnes travaillent, ce sur quoi ils sont en train de travailler et ce qu'ils prévoient de faire). Ils ont étudié ces mécanismes dans trois projets LOS, sur la base d'entretiens par messagerie électronique et d'analyses de traces des espaces de discussions (liste orientée conception et archives de messagerie instantanée), de documentation (page du projet, documentation) et d'implémentation (versions de code). Ils montrent que la conscience du processus de conception est assurée par :

- l'observation des listes des projets (« lurking ») qui s'apparente selon les auteurs à de l'écoute flottante[44] et des traces de modifications de code dont les développeurs sont notifiés.
- des mécanismes dits « à la demande » qui imposent une action des participants : des questions posées dans les discussions en ligne, des recherches dans les archives de l'espace d'implémentation (dysfonctionnements, modifications du code) ou de l'espace de documentation.

Ils montrent que les participants maintiennent une conscience globale de l'équipe mais également une conscience, plus spécifique, portant sur les personnes avec lesquelles ils envisagent de travailler. Ce dernier résultat est confirmé par d'autres études sur les discussions en ligne qui montrent que la représentation mentale des autres servent de base à l'implication et à la participation dans les discussions en ligne (Maloney-Krichnar et Preece, 2002).

3 Instrumentation des situations de conception collaboratives distantes

Dans cette section, nous décrivons les outils qui ont pour objectif d'instrumenter la conscience du processus de conception pour tenter d'en garantir son efficacité avec la distance. Nous présenterons ensuite les spécificités de l'outil qui médie plus spécifiquement la conception des LOS : la discussion en ligne.

[44] Dans le cas d'un collectif co-localisé, l'écoute flottante revient, pour un membre, à capter des informations transmise par un membre du collectif sans que celle-ci ne lui soit forcément destinée.

3.1 Instrumenter la conscience du processus de conception

A l'heure actuelle, la plupart des outils cherchant à instrumenter les situations de conception distantes se centrent sur la conscience du processus de conception et peu sur la conscience sociale. Tout l'enjeu de l'instrumentation de la conscience du processus de conception est de donner aux concepteurs un accès pertinent aux ressources nécessaires à sa construction, en minimisant le coût temporel d'utilisation de ces systèmes pour les participants qui ne voient forcément de bénéfices rapides de ces tâches additionnelles (Darses et al., 2004 ; Détienne, 2006).

Des outils de traçabilité et de notification

Dans les situations de conception, les participants partagent des informations sur les progrès du processus de conception à travers des systèmes de traçabilité, comme les systèmes de gestion de dysfonctionnements en conception logicielle, ou des systèmes de gestion des connaissances. La plupart des outils permettent aux concepteurs de montrer de manière sélective ce qu'ils font, en fonction de ce qu'ils pensent être pertinent pour leurs collègues dans une situation particulière. Ils font de leurs activités, des activités visibles et accessibles publiquement pour les autres.

D'autres systèmes participent à la construction de la conscience de l'action et fonctionnent suivant le principe de la notification automatique, ce qui rajoute un coût de traitement des données recueillies, si celles-ci ne sont pas organisées et priorisées en fonction des personnes impliquées et de la période (Cadiz et al., 2000). Certains outils incorporent des modèles de « workflow », qui correspondent à une vision prescrite du processus, sans tenir compte de l'évolution par exemple de l'aspect opportuniste des activités génératives de conception, de la coordination, et des activités des concepteurs (Salembier, 2002). Enfin, des systèmes cherchent à recréer la présence physique des participants dans des environnements partagés (Grosjean, 2005) ou l'observabilité mutuelle des activités de chacun (Salembier et Zouinar, 2004).

Des outils formalisant la logique de conception

Un autre type de systèmes permet de rendre compte de la construction de la décision de conception, ou *logique de conception* (Moran et Carroll, 1996). L'idée sous-jacente de ces systèmes est que l'examen collectif des arguments et des connaissances, avancés par les uns et les autres, permet de représenter la diversité des perspectives des protagonistes, de clarifier des spécifications, de suivre leur évolution au cours du problème et de maintenir la cohérence des discussions et des activités de conception. Tout l'enjeu est de trouver la représentation qui soutient le mieux les activités de conception, mais qui minimise le coût et les efforts pour tracer ce raisonnement (Buckingham-Shum et Hammond, 1994). Il y a deux types d'outils permettant de soutenir la logique de la conception contribuant à la construction d'une conscience du processus de conception.

Une première catégorie de systèmes est dédiée à la capitalisation des décisions. Ils représentent le raisonnement sous-tendant la conception de l'artefact à partir du formalisme « QOC » pour «Questions Options Critères » (Mac Lean et al., 1991). Il s'agit, pour les participants, d'identifier : les problèmes clés (question ou un thème de conception, aspect de la conception) ; leurs options ou les alternatives de solutions proposées ; et le critère, la raison ou l'argument qui permet d'évaluer une solution. Cette représentation permet de décrire l'espace des solutions proposées ainsi que les critères de leur évaluation.

La seconde catégorie de systèmes (représentée par IBIS - Conklin et Burgess-Yakemovic, 1991) vise à décrire l'histoire du processus de conception. Ces systèmes sont plutôt orientés vers l'aide à la prise de décision collective au cours de la réunion de conception. Ces outils visent une meilleure réutilisation des solutions. Ils contribuent à la constitution d'une mémoire organisationnelle des projets de conception (Sauvagnac et Falzon, 2003).

3.2 Les discussions en ligne comme lieu privilégié des activités collaboratives de conception de LOS

Nous avons vu que les études portant sur la conception LOS (Scacchi, 2001 ; Mockus et al., 2002 ; Gutwin et al., 2004) mettent en évidence que la majorité du processus de conception a lieu en ligne à travers les échanges dans l'espace de discussion, en particulier à travers les forums et les listes de discussion.

Pour comprendre les phénomènes à l'œuvre dans ces discussions en ligne, nous pouvons nous appuyer sur plusieurs études du champ de la Communication Médiée, qui se sont intéressées à des discussions « ouvertes » orientées vers le partage d'informations et les débats, les relations d'entraide, de soutien (Herring, 2002 ; Maloney-Krichnar et Preece, 2002), ou encore de conseil (Conein, 2004b ; Marcoccia, 2004a). Ces études nous seront également utiles pour développer la méthodologie d'analyse des activités collaboratives de conception, comme nous le verrons au chapitre 6.

Des discussions en ligne « ouvertes » se rapprochant de discussions en face à face

Nous appelons discussions en ligne, les discussions issues de forums ou de listes de discussion dans lesquelles un message est adressé à un ensemble de destinataires abonnés, qui ne sont pas tous connus de l'auteur du message. Dans ce sens, il s'agit d'un mode public et asynchrone de Communications Médiées par Ordinateur (CMO): les protagonistes des discussions n'y participent pas tous à un même moment, les messages envoyés peuvent être écrits, lus, et on peut y répondre à n'importe quel moment (Herring, 2002). Les discussions en ligne ne se déroulent pas dans un cadre temporel unifié, une réponse pouvant être potentiellement produite très longtemps après un message. Il s'agit de conversations persistantes et discontinues : une « conversation chroniquement en cours » (Goffman, 1987, cité dans Marcoccia, 2004b).

Même s'il s'agit d'un média asynchrone, les discussions en ligne et les messages électroniques se rapprochent d'échanges en face à face : ils ont une structure dialogale soutenue par la rapidité de rédaction et de transmission des messages. En revanche, à la différence de la conversation en face à face les participants peuvent rester anonymes ; les interactions ne sont pas synchrones au sens strict, et les échanges sont contraints par la rigidité du dispositif technique (p.ex. taille des messages, champs obligatoires) (Mondada, 1999 ; Marcoccia, 2003). Le message électronique constituerait plus une forme épistolaire brève, moins formelle que la lettre, mais qui, comme elle, offre des possibilités de revue des messages ou de révisions, avant d'envoyer un message (Clark et Brennan, 1991).

Des discussions en ligne « ouvertes » souvent confuses

Des études portant sur des échanges « ouverts », non finalisés par des activités de conception, et réalisés à travers plusieurs types d'outils de communications asynchrones (chat, forums ou messages électroniques) montrent qu'ils sont moins cohérents que des échanges en face-à-face. Dans le modèle classique d'organisation des messages par discussions en fils (tel message répond à tel autre message) les réponses sont séparées des messages auxquels elles répondent, ce qui constitue une violation des principes de linguistique pragmatique de pertinence et de proximité qui contribue à créer une confusion potentielle pour les utilisateurs (Herring, 1999). Par ailleurs, les discussions en ligne « ouvertes » sont souvent désorganisées et confuses, en raison du développement fréquent de multiples fils de discussions et de conversations parallèles (Herring, 1999 ; Marcoccia, 2004a).

Les thèmes de discussion en ligne sont soumis à une disparition rapide : les discussions s'étiolent au cours du temps en sous-chaînes, correspondant à des digressions thématiques qui tendent à diluer le thème global de la discussion. La digression thématique se fait progressivement. Des messages introduisent chacun un développement thématique par rapport au message précédent ce qui entraîne une décomposition et un éparpillement thématique (Grosjean et Traverso, 1998). On note également des positionnements incohérents de messages, placés avant le message auquel ils répondent, soit du fait du participant, soit du fait d'un problème technique (Marcoccia, 2004b).

Cette désorganisation résulte, en partie, de la difficulté à reconstruire la cohérence des échanges, les outils basés sur les fils n'étant pas optimaux dans ce sens ; mais également l'asynchronisme des échanges, du fait que la discussion est toujours potentiellement en cours (Marcoccia, 2004b). Les participants peuvent considérer que les messages ont une durée de validité limitée : ils ne se sentent pas obligés de répondre à un message auquel on n'a pas répondu depuis un long moment. Cependant, il est difficile d'estimer ce délai qui définit qu'une période sera trop longue (Marcoccia, 2004a). Cette fragmentation des discussions implique que plus de 50% des messages n'ont pas de réponse, ce qui conduit les participants à mettre en place des stratégies telles que le « cross-posting », l'envoi du même message dans plusieurs listes, pour augmenter leur chance d'obtenir une réponse (Smith, 1999).

4 Vers une caractérisation des activités collaboratives de conception et de la dynamique des discussions en ligne de conception

A notre connaissance, aucune étude de s'intéresse aux activités collaboratives de conception qui sont principalement à l'œuvre dans les discussions en ligne des projets LOS : leur dynamique (séquences d'activités) et leur répartition. La plupart des études sur le processus de conception LOS portent, en effet, sur les mécanismes d'identifications de besoins (p.ex. Ripoche, 2006), ou l'émergence de besoins de fonctionnalités (p.ex Scacchi, 2001), sur les mécanismes de coordination et d'attribution des tâches (p.ex Crowston et al., 2007b), ou encore sur les mécanismes de construction de la conscience du processus de conception des projets (Gutwin et al., 2004).

Par ailleurs, des propriétés thématiques et temporelles spécifiques des discussions en ligne de conception par rapport aux discussions « ouvertes », pourraient découler du fait d'activités encadrées et finalisées par la conception, et non plus ouvertes. Une analyse de la temporalité des discussions en ligne, et en particulier de leur degré d'asynchronisme du traitement des thèmes de conception en ligne, pourrait permettre de caractériser l'aspect synchronique du processus de conception continu des LOS.

Enfin, en ergonomie, dans le champ des interactions humains systèmes et du TCAO, la plupart des études cherchent à outiller la conscience du processus de conception. Mais peu s'interrogent, à notre connaissance, sur l'instrumentation des aspects sociaux du processus, c'est-à-dire la conscience sociale (Ducheneaut et Moore 2004), qui est pourtant une dimension de la performance du processus de conception. Ce déficit d'instrumentation va de paire avec un manque d'analyse de la participation au processus de conception qui sous-tend cette conscience sociale. Dans notre travail de recherche, nous analyserons cette dimension sociale du processus à travers les formes de participations, et notamment les rôles des participants dans le processus de conception que nous abordons dans le chapitre suivant.

Chapitre 4 Participation au processus de conception: une approche par la notion de rôle

Dans ce chapitre, nous examinons la participation au processus de conception au travers de la notion de rôle. Il s'agit de saisir la dynamique de la prise en charge des activités par les participants. Après avoir défini cette notion, nous mettrons en évidence l'importance de certains rôles clés pour la performance du processus de conception. Nous caractériserons, enfin, la façon dont la participation est appréhendée dans les communautés en ligne, en général et dans certaines études portant sur les communautés LOS en particulier.

1 Un rôle fonction des activités des participants

Le concept de *rôle* renvoie à un ensemble de notions différentes suivant leurs acceptions sociologiques ou psychologiques (Rocheblave-Semplé, 1969). Dans ce travail de recherche, nous utiliserons une approche de la notion de rôle inspirée de la psychologie interactionniste (p.ex. Oberlé, 1995a), qui considère le rôle en tant que phénomène émergeant de l'interaction. Dans une approche ergonomique, nous considérons le rôle, qui est effectivement tenu par un individu en fonction des activités qu'il met en œuvre, par opposition à son statut, ou rôle prescrit (Baker et al., 2003, Détienne et al. ; 2007).

1.1 Rôle et statut

L'emploi du terme *statut* correspond à une traduction de l'anglais « status »[45]. Il est employé en psychologie sociale dans le sens de rang ou position sociale. Le statut peut également correspondre au degré d'acceptation, au prestige, ou à la renommée d'une personne dans un groupe particulier. L'acceptation et le prestige sont ici liés à l'occupation d'une position dans l'échelle sociale. Dans cette vision, le statut, comme position sociale, est un concept statique, renvoyant à un ensemble de droits, de devoirs et de tâches définies par une norme ou un modèle des attentes, alors que le rôle présente un point de vue plus dynamique (Rocheblave-Semplé, 1969 ; Oberlé, 1995a).

Dans ce travail, nous employons le terme de statut pour faire référence à une position hiérarchique reconnue, donnant des droits particuliers à un participant, quant au processus de conception. Dans les situations de conception, les statuts sont souvent des statuts hiérarchiques, engageant la responsabilité des concepteurs concernant l'artefact ou certaines phases du processus. Dans les situations de conception de LOS, nous avons vu que ces statuts renvoient au pouvoir ou non de modification du code.

[45] En langue française, un statut, du latin « *statuere* » (placer, établir), est une loi ou un règlement.

L'approche interactionniste oppose la vision d'un *statut* vu comme une manifestation de normes extérieures, à une vision d'un *rôle* basée sur les interactions (au sens de tout acte de communication verbale ou non verbale) (Oberlé, 1995a). Cette approche s'intéresse à la construction des rôles, c'est-à-dire à leur apparition progressive et à leur différenciation, au fil des interactions des groupes restreints engagés dans une tâche commune (Bales, 1950, cité dans Oberlé, 1995a). Les rôles ne sont pas conditionnés par des statuts mais sont construits à travers de prises de paroles, de mécanismes interactionnels, et de l'argumentation qui est construite par l'ensemble des membres du groupe. Il n'y a donc pas de statut social unique, mais un ensemble de positions que les individus peuvent prendre, en fonction de leurs activités.

1.2 Rôles interactifs, rôles orientés vers la tâche et rôles socio-relationnels

Dans l'approche interactionniste développée en psychologie sociale (Bales, op.cit.), on étudie les rôles à travers deux composantes de l'activité des participants : la dynamique des communications (analyse structurelle des communications) qui mettent en évidence des rôles interactifs, et la nature du contenu des communications (analyse de contenu) qui mettent en évidence des rôles orientés vers la tâche et des rôles socio-relationnels.

Rôles interactifs

Le rôle interactif est mis en évidence à travers le degré de participation et de place dans un réseau de communication. Ce réseau représente les liens (communications) entre des participants.

La participation est caractérisée par le nombre d'interactions émises par un participant. On caractérise ainsi certaines régularités dans les interactions :

- le fait que le participant qui fait le plus grand nombre d'interventions vers d'autres est aussi celui qui s'adresse le plus souvent au groupe en général ;
- le fait que le participant qui émet le plus est aussi celui qui reçoit le plus. Le fait que quelqu'un s'adresse beaucoup aux autres et que l'on s'adresse beaucoup à lui est un indice de l'influence que lui attribuent les autres (Bales, 1950, cité dans Oberlé, 1995a).

A partir de l'analyse des communications entre participants, on peut construire un réseau symbolisant les interactions qui existent, ou non, entre eux. Le réseau de communication met ainsi en évidence la place des participants dans les interactions (Figure 3).

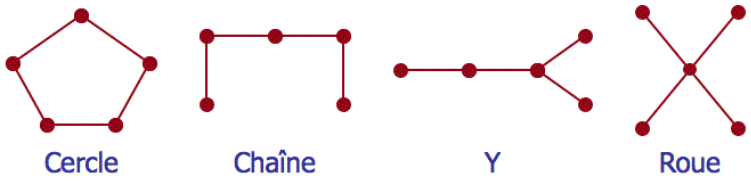


Figure 3 Structure de réseau d'après Oberlé (1995a)

Sur la figure, une place dans le réseau, appelée nœud (point sur la figure), est caractérisée, entre autres, par sa centralité et son degré de connexité (plus petit nombre de canaux dont la fermeture entraîne l'isolement). Le trait représente, lui, la possibilité de communication entre deux nœuds. Plus un réseau est en Y, plus une position est centrale par rapport aux autres. Dans les réseaux complètement décentralisés (cercle), les possibilités de communications des diverses positions sont équivalentes.

Rôles orientés vers la tâche et rôles socio-relationnels

Dans des études portant sur la résolution de problème en groupe, des analyses plus qualitatives mettent en évidence deux dimensions d'activités dans lesquelles les participants sont engagés (Bales, *op.cit*).

La première concerne le domaine de la tâche dans lequel on trouve l'apport ou la demande d'informations, d'opinions ou de suggestions.

La seconde concerne le domaine socio-relationnel dans lequel on trouve des manifestations de solidarité, de détente ou d'approbation (dimension socio-relationnelle positive); des manifestations de tension, de désapprobation, ou d'antagonisme (dimension socio-relationnelle négative).

L'orientation vers l'un et/ou l'autre de ces domaines définit des rôles plus orientés vers la tâche et/ou des rôles plus socio-relationnels (Bennes et Sheats, 1948 ; de Visscher, 1995 ; Oberlé et Drozda-Senkowska, 2006).

Les rôles orientés vers la tâche répondent à un double objectif : un objectif de production qui vise à réduire les intervalles séparant de l'atteinte du but, mais également un objectif d'organisation qui vise à coordonner les tâches de chacun. On distingue trois rôles orientés vers la tâche :

- les rôles cognitifs orientés vers la production qui renvoient à la génération de nouvelles idées (contributeur ou lanceur d'idée), les chercheurs ou fournisseurs d'informations, les évaluateurs, ou encore « ceux qui expliquent » ;
- les rôles épistémiques qui renvoient à l'apport de nouvelles connaissances. Dans une première analyse des rôles au sein d'un collectif d'architectes au cours d'une réunion de

conception en face à face Baker et al. (2003) ont fait apparaître des rôles épistémiques dans le groupe (apports de connaissances) ;

- les rôles de coordination orientés vers l'organisation renvoient à la définition et à la reformulation des objectifs, à la focalisation sur le problème en le résumant ou en le synthétisant. Il s'agit des rôles de coordinateur ou de planificateur.

Les rôles socio-relationnels ont un objectif de facilitation des relations interpersonnelles qui concernent essentiellement les relations entre participants. Ils contribuent, ainsi, à la performance du collectif. Ces rôles contribuent à créer un climat de liberté, de participation et d'expression. Ces rôles sont susceptibles de résoudre et d'empêcher les conflits. Ils renvoient aux personnes qui encouragent, qui harmonisent, qui favorisent le compromis en faisant bouger le groupe vers une position qui convient à tous

Ces rôles ne sont pas pris en charge de la même manière par les participants : certains se concentrant sur le domaine de la tâche, d'autres sur le domaine socio-relationnel, et enfin d'autres sur les deux domaines. On identifiera les rôles à travers certaines régularités dans les activités, définissant des profils composés de la variété d'activités mise en œuvre par un participant. Par ailleurs, la distribution des rôles pourra être symétrique ou asymétrique (Baker, 2004). Elle est symétrique quand les participants assument les mêmes rôles, c'est-à-dire réalisent les mêmes activités, elle est asymétrique dans le cas contraire.

2 Des profils clés, combinaisons de rôles, garantissant l'efficacité du processus de conception

Dans les situations de conception, plusieurs études mettent en évidence certains participants clés pour la coordination et la performance des projets, qui pallient les déficits de communications par exemple (Krasner et al., 1987). Trois profils de participants, combinant différents rôles, sont ainsi identifiés :

- le profil d'acteur d'interface, de personnes de liaison, ou de médiateur entre différentes équipes de conception (Krasner et al., 1987 ; Sonnenwald, 1996 ; Herbsleb et al., 2000; Cahour, 2002 ; Garriguou et al., 1995) ou dans d'autres situations (Engeström, et al., 1995) ;
- le profil de leader (Dameron, 2002 ; Cahour, 2002) ;
- et enfin celui de super-expert (Sonnentag, 1998).

2.1 Les acteurs d'interface

Les *acteurs d'interface*, « boundary spanners », médiateurs, ou courtiers « brokers » (Wenger, 1998) sont littéralement les personnes qui traversent des frontières en transférant des informations et des pratiques (Wenger, 1998 ; Sarant, 2004). Ces frontières peuvent être organisationnelles (différents projets existant au sein d'une entreprise, relations avec des

fournisseurs), hiérarchiques, géographiques ou culturelles et enfin délimitées par des connaissances et des compétences spécifiques (Sarant, 2004). Le profil d'acteur d'interface implique d'avoir développé des compétences dans les différents domaines traversés, d'être familier de leurs règles formelles et informelles, ce qui permet de gagner en légitimité et crédibilité dans ces différents domaines.

À partir d'études longitudinales de différentes situations de conception, sur le plan de l'artefact conçu et de la structure organisationnelle du processus, Sonnenwald (1996) décrit le profil d'acteur d'interface comme orienté vers la performance de la tâche mais aussi vers le domaine socio-relationnel, même si ces deux rôles ne sont pas forcément assurés par la même personne.

Au niveau de la performance de la tâche, les acteurs d'interface ont un rôle de coordination, en particulier à travers :

- des communications informelles à l'intérieur et à l'extérieur de leur groupe (Krasner et al., 1987) ;
- des transferts d'information sur l'état d'avancement du projet ;
- la réduction des pertes d'informations entre les différentes phases du projet et les différentes équipes.

A ce même niveau, les acteurs d'interface ont également un rôle épistémique et cognitif important qui favorise l'intégration et l'exploration de plusieurs domaines de connaissances, et la résolution des problèmes de conception (Sonnenwald, 1996) à travers :

- des activités de recherche, de filtrage des informations et de transmission des connaissances les plus pertinentes ;
- des activités de traduction des connaissances utilisées par une équipe vers une forme compréhensible par une autre, favorisant la résolution des problèmes de conception.

Au niveau socio-relationnel, les acteurs d'interface facilitent les interactions à travers :

- le soutien et les encouragements qu'ils proposent aux membres du groupe et aident les nouveaux membres du groupe à s'intégrer pleinement ;
- l'aide à la résolution de conflits et la recherche de compromis.

2.2 Les leaders

Si des études font référence aux profils des leaders dans les situations de conception (Cahour, 2002 ; Dameron, 2002), peu ont, dans les faits, analysé les activités liées à ce profil (Sonnentag, 1998). Nous pouvons, par contre, nous appuyer sur plusieurs études de psychologie sociale portant sur des petits groupes pour préciser certaines caractéristiques de ce profil dans d'autres tâches que celles de conception (voir Oberlé, 1995b et Blanchet et Trognon, 1994 pour des synthèses).

Le profil de *leader*[46] caractérise la position adoptée par une, ou plusieurs personnes, pour conduire un groupe. Au contraire du chef statutaire (manager) dont le pouvoir est conféré par l'institution, le leader est reconnu pour ses compétences par les autres membres du groupe (Blanchet et Trognon, 1994). On parle alors de pouvoir de compétences qui diffère du pouvoir légitime de prestige lié au statut (French et Raven, 1959, cités dans Marc et Picard, 2003). Ce pouvoir confère aux leaders des possiblités d'influence sur les autres membres et une légitimité dans les prises de décisions (Marc et Picard, 2003).

Les leaders sont caractérisés par un rôle de coordination et un rôle socio-relationnel, ainsi que par un rôle interactif spécifique :

- les leaders assurent la coordination de la tâche à travers la définition d'une partie des buts et des procédures et favorisent la progression du groupe vers ses objectifs, en stimulant la recherche d'information, les explications, et l'approfondissement des positions (Blanchet et Trognon, 1994) ;
- les leaders ont un rôle socio-relationnel qui se manifeste par des capacités d'écoute, et par la tendance à neutraliser les conflits. Ils favorisent la production libre des échanges par une gestion égalitaire des tours de parole et la participation aux décisions ;
- les leaders ont tendance à occuper une place centrale dans un réseau de communication (Oberlé, 1995b). Cependant, des études expérimentales (Faucheux et Moscovici, 1960, cités dans Oberlé, 1995b) ont montré que les tâches complexes, comme celles de conception, conditionneraient des structures décentralisées.

2.3 Les super-experts

En conception logicielle, certains experts sont reconnus par leurs pairs comme des super-experts, des concepteurs d'exception ou des « gourous » (Sonnentag, 1998 ; Curtis et al., 1988). Ces *super-experts* sont des ressources essentielles pour la performance du processus de conception, à travers un rôle épistémique et cognitif. Ils le sont également pour le collectif, à travers un rôle socio-relationnel, bien que celui-ci soit moins marqué (Curtis et al., 1988 ; Sonnentag, 1996). Les supers-experts peuvent également tenir un rôle de coordination, de manière locale, lors de réunions de conception peu structurées (Sonnentag, 2001 ; Sonnentag et al. 2006) et ont tendance à être des leaders (Sonnentag, 1998).

Les super-experts sont vus comme les garants intellectuels du projet (Curtis et al., 1988). Ce rôle cognitif et épistémique se manisfeste à travers plusieurs caractéristiques :

- une habileté particulière à intégrer les connaissances du domaine informatique et des domaines d'application des logiciels qu'ils conçoivent (Sonnentag et al., 2006). En particulier, ils disposent d'une expérience plus large en termes de nombre de projets dans

[46] Le terme *leader* n'a pas d'équivalent en français (Oberlé, 1995b).

lesquels ils ont été impliqués tout comme en termes de nombre et de diversité de langages de programmation qu'ils maîtrisent ;

- des stratégies de conception, qui sont les mêmes que celles des experts, et qui leur permettent de faire face à des problèmes plus complexes (Visser et Falzon, 1992 ; Sonnentag, 1998 ; Sonnentag et al., 2006) :
  - ils ont une vitesse d'accomplissement des tâches supérieures car ils peuvent mobiliser plus rapidement leurs connaissances qui sont plus organisées et procéduralisées que les novices ;
  - les experts ont, également, une meilleure représentation du problème ce qui leur permet d'inférer des informations manquantes dans le processus de conception, par exemple, des besoins non spécifiés qu'ils infèrent grâce à leurs connaissances du domaine d'application ;
  - ils peuvent mettre également en place une diversité de stratégies plus importante, de par leurs connaissances de plusieurs langages de programmation ;
  - ils privilégient l'abord d'un problème par une analyse qualitative plutôt que par le développement immédiat de solutions et ont davantage recours à des simulations (physiques ou mentales) de solutions.

Au niveau socio-relationnel, ce profil se caractérise par des activités de soutien auprès des collègues (Sonnentag, 1996).

En ce qui concerne la participation des super-experts aux réunions de conception, Sonnentag (2001) montre que les super-experts participent plus à la globalité des réunions, mais que cette participation varie en fonction de la structuration de la réunion. Dans les réunions peu focalisées, les super-experts peuvent tenir un rôle de coordination en contribuant plus à la régulation de la réunion, à la consolidation des objectifs et des problèmes de conception, et à la recherche de retours des autres protagonistes de la conception, ce qui n'est pas le cas dans des réunions plus structurées.

En conclusion, dans cette section, nous avons pu mettre en évidence trois profils complémentaires, en termes de rôles qu'ils prennent en charge, dans les processus de conception :

- les acteurs d'interface qui assurent un rôle de coordination et un rôle épistémique tournés vers l'extérieur de leur groupe ainsi qu'un rôle cognitif et socio-relationnel important à l'intérieur de leur groupe ;
- les leaders qui sont les garants de la coordination du processus de conception et de relations socio-relationnelles harmonieuses à l'intérieur de leur groupe. Ils ont tendance à avoir un rôle interactif central dans les réseaux de communications ;

- et enfin, les super-experts qui ont un rôle cognitif et un rôle épistémique important à l'interieur de leur groupe.

La section suivante vise à préciser l'analyse de rôles qui est faire dans les discussions en ligne, voire dans les communautés LOS, ainsi que la mise en évidence de profils particuliers.

3 Participation et rôles dans les communautés en ligne et dans les communautés LOS

Pour comprendre les profils de participation spécifiques dans les communautés LOS, nous pouvons nous appuyer sur des études portant sur la caractérisation de la participation dans les communautés en ligne en général, certaines portant sur les communautés LOS en particulier. D'autres recherches décrivent également les mécanismes de progression des participants dans la hiérarchie des communautés LOS, c'est-à-dire leur acquisition du statut de développeurs.

3.1 Des études de la participation aux communautés en ligne dominées par des analyses structurelles

Dans les communautés en ligne structurées autour de discussions en ligne, plusieurs études montrent que le rôle des participants est construit à partir de leur niveau de participation à la discussion (fréquence d'envoi et longueur des messages) (Alkrich et Méadel, 2003; Maloney-Krichnar et Preece, 2004 ; Cassell, et al., 2005 ; Conein, 2004b ; Mahendran, 2002 ; Herring, 2002). La plupart des études s'intéressent au rôle interactif, à travers des analyses quantitatives de la dynamique des communications (analyses structurelles ou de type réseaux sociaux) (Preece, 2001 ; Alkrich et Méadel, 2003 ; Turner et al., 2005).

Ces analyses peuvent être complétées par la construction de réseaux sociaux (p.ex. Madey et al., 2002 ; Henry, 2008). Dans cette approche, on représente le lien entre participants (ici est-ce qu'ils se répondent ou est-ce qu'ils sont engagés dans le même fil). On mesure ensuite classiquement le degré de proximité, de centralité et de séparation des participants (Oberlé 1995a; Hossain et al., 2006).

Enfin, quelques auteurs utilisent des approches héritées de l'ethnométhodologie et observent le contenu des échanges dans les discussions en ligne (Mahendran, 2002 ; Ducheneaut, 2003 ; 2005 ; Marcoccia, 2004a).

Dans les sections suivantes, nous nous appuierons sur les analyses structurelles des discussions en ligne pour définir différents types de rôle interactif. Puis nous spécifierons plus précisément deux rôles interactifs qui ont été identifiés dans ces discussions : le rôle d'animateur et le rôle de participant commun.

3.2 Rôles interactifs dans les discussions en ligne

Le rôle interactif est défini à partir d'analyses structurelles des discussions en ligne:

- du nombre de messages postés par chaque participant pendant une période donnée ou sur un thème donné ;
- du nombre de message auxquels un participant répond ;
- de positions discursives particulières comme l'initiation de nouveaux fils ou leur clôture.

Ces analyses structurelles permettent de mettre en évidence différents rôles interactifs dans les discussions en ligne (McDaniel et al., 1996 ; Maloney-Krichmar et Preece, 2002; Alkrich et Méadel, 2003, Marcoccia, 2004a ; Turner et al., 2005) :

- les *animateurs* ou lanceurs discutent et maintiennent des discussions et évaluent les idées des autres. Ils initient et répondent à des fils. Ces participants les plus actifs peuvent être qualifiés de premiers locuteurs ou groupe leader des listes (Alkrich et Méadel, 2003) ou de noyau dur (Conein, 2004b). Dans le cas des du projet Débian, Sowe et al. (2006) montrent qu'un unique participant est responsable de 40% des messages dans plusieurs listes ;
- les *personnes qui questionnent*, qui sont à la recherche d'aide, de soutien ou de clarification. Ils se contentent souvent d'un seul message, et répondent peu aux questions sauf pour clarifier la leur ;
- les personnes qui répondent et conseillent (Alkrich et Méadel, 2003). Elles participent souvent à des fils initiés par d'autres. Ils sont également assez constants dans leurs contributions, participant au même nombre de fils dans une semaine par exemple ;
- les *agitateurs* qui lancent beaucoup de fils mais y participent peu. Quand ils ont une volonté affichée de nuire on les appelle des « trolls ». Ils participent à des listes diverses et sont souvent provoquants. On pourrait les confondre avec des questionneurs, mais ils ont souvent moins de lien, en termes de nombre d'interactions, avec les autres dans le réseau social ;
- les *spammers* initient de nombreux fils, mais ne répondent jamais ;
- et enfin, une majorité de personnes, les *lurkers* se contentent de regarder les discussions (Preece et al., 2004).

3.3 Le profil d'animateur et de participant commun dans les discussions en ligne

Le profil d'animateur

Les animateurs ont été plus particulièrement étudiés, en combinant des analyses structurelles avec des observations ethnométhodologiques de listes de discussion « ouvertes » (Marcoccia,

2004a). Les animateurs sont caractérisés par un rôle interactif particulier, mais également un rôle cognitif et épistémique, ainsi qu'un rôle de coordination.

Concernant leur rôle interactif, les animateurs :

- sont souvent uniques;
- envoient et répondent à plus de messages que les autres ;
- initient de nouvelles branches de discussions dans un fil.

Concernant leur rôle épistémique et cognitif, les animateurs filtrent les informations ; introduisent de nouveaux thèmes dans la discussion et clarifient des points.

Enfin, ils assurent un rôle de coordination à travers la modération de la discussion en rappelant les règles de fonctionnement par des commentaires méta-discursifs concernant la façon dont les messages sont rédigés.

Une analyse structurelle des participants communs dans les projets LOS

Une étude récente (Sowe et al., 2006) a identifié des participants dit communs, à partir d'une analyse de réseaux sociaux, dans le projet Debian. Ces *participants communs* sont définis comme des personnes qui participent au moins à trois listes de discussion principales du projet : il s'agit donc d'un rôle interactif. Les auteurs affirment que ces participants communs ont un profil d'acteurs d'interface. Cependant, ils ne confirment pas ce résultat par une analyse de la nature de leurs activités cognitives et épistémiques mises en œuvre par ces participants communs.

Cette étude identifie 15 personnes qui participent à ces trois listes parmi les milliers de participants identifiés. Deux des listes comptent entre 2000 et 4000 participants différents, la dernière liste (liste orientée usage du projet Debian) comptant 43000 participants différents. Sur la base de questionnaires, les auteurs montrent que les participants communs :

- sont en grande majorité (93%) des participants de longue date au projet (plus de 4 ans).
- sont en grande majorité (93%) à la recherche d'informations et de retour concernant les modules qu'ils maintiennent et dont ils sont responsables.
- déclarent, dans leur ensemble, transférer des connaissances et considèrent qu'ils ont une contribution importante dans le projet.

Dans les discussions de conception en ligne, ces profils d'animateur et de participants communs s'ajoutent, voire recoupent, les profils clés (acteur d'interface, leader, super-expert) mis en évidence dans les processus de conception. Il conviendra cependant d'analyser plus finement la nature des activités mises en œuvre, notamment par les participants communs, pour conclure sur le fait qu'ils adoptent, ou non, un profil d'acteurs d'interface.

Si peu d'études décrivent les activités mises en œuvre par les participants, certaines spécifient par contre les mécanismes d'évolution dans la hiérarchie des communautés LOS.

3.4 Evolutions des statuts dans les communautés LOS

Les règles spécifiques aux communautés LOS font qu'il est possible de progresser dans leurs hiérarchies, c'est-à-dire d'acquérir le statut de développeur, sur la base de compétences techniques (connaissances en informatique ; qualité du code fourni) et discursives que l'on donne à voir de soi. Ces compétences discursives se manifestent dans les discussions en ligne, à travers la qualité des réponses aux questions, la capacité à ouvrir et maintenir une discussion (p.ex. Mahendran, 2002 ; Ducheneaut, 2005). Le processus d'évolution dans un projet est essentiel pour le succès des LOS. En effet, la capacité à intégrer des nouveaux membres permet de combler le turn-over du petit nombre de personnes (les membres de la *core team*) qui maîtrise l'architecture du logiciel (Von Krogh et al., 2003).

L'évolution dans les projets est fondée sur l'évaluation du travail par les pairs (p.ex. Raymond, 1999). Cette évaluation a lieu principalement à travers les listes de discussion qui « *ne sont pas seulement un lieu d'échanges d'avis, elles sont aussi un lieu public d'évaluation par les pairs. [Ces évaluations] prennent souvent la forme de sanctions négatives […] lorsqu'une question est triviale et d'approbation mutuelle lorsqu'un contributeur renommé intervient* » (Conein, 2004b, p. 6). Ainsi un nouvel arrivant doit « faire ses preuves» auprès des développeurs pour pouvoir être admis comme développeur (Ducheneaut, 2005).

Le travail de thèse de Ducheneaut (2003 ; 2005) permet d'éclairer cette dynamique d'évolution des participants dans les communautés LOS et leur progression dans leurs hiérarchies. Sur la base d'une analyse automatisée des traces des espaces de discussion du projet Python (liste orientée conception) et d'implémentation, ainsi que d'observations qualitatives de la liste (appelée ethnographie assistée par ordinateur), cet auteur identifie trois trajectoires d'intégration dans le projet, au cours d'une année[47] : une intégration dite totale, une intégration partielle, et une non-intégration.

L'intégration totale décrit l'évolution du statut d'utilisateur au statut de développeur (quatre sur soixante des nouveaux arrivants gagnent les droits de modification du code cette année là). Cette intégration se traduit par cinq étapes :

- les participants commencent par faire de la veille sur la liste pendant plusieurs mois pour se tenir au courant des évolutions du projet ;
- ils identifient, ensuite, des dysfonctionnements en proposant simultanément des corrections pertinentes sur la liste. Se faisant, ils s'inscrivent dans le travail des autres membres (ceux qui ont écrit le code initial) établissent des liens stratégiques avec des membres reconnus du projet, qui les aident à consolider leurs futurs statuts ;
- ils obtiennent ensuite des droits de modification partiels pour pouvoir corriger directement certains dysfonctionnements ;

[47] Au cours de l'année 2002 qui correspond à l'année à laquelle débuteront également nos observations.

- ils peuvent ensuite prendre en charge l'intégration d'une ou plusieurs fonctionnalités. Cela implique d'arriver à créer un consensus dans le projet et d'obtenir l'approbation de la *core team* ;
- il s'agit ensuite de maintenir ce statut en contribuant de manière régulière à la liste, participant aux débats et proposant des idées (en d'autres termes en participant aux activités coopératives de conception).

L'intégration partielle correspond à la trajectoire de six participants qui ne gagnent pas les droits, mais participent de manière active aux discussions en ligne [48], qui ont fait leurs preuves en termes d'expertise technique ou théorique. Mais, ce ne sont pas des « artisans » du code, ils ne le produisent pas physiquement. Ils ne sont pas développeurs statutaires.

Enfin, l'auteur décrit la non-intégration de cinquante membres qui ne participent que de manière occasionnelle. Il s'agit de novices ou de participants qui ne « prennent pas le temps », ou ne sont pas en capacité, de se construire une renommée. Par exemple, ils détectent un dysfonctionnement sans proposer de correction.

Etre intégré dans un projet signifierait donc acquérir des compétences techniques, des compétences discursives, mais également développer des compétences « sociales » liées à la construction de sa renommée dans le projet et d'un réseau d'alliés qui aideront à l'intégration et à faire accepter des idées.

4 Vers une analyse des rôles et de la participation dans les collectifs LOS

Nous avons identifié plusieurs profils clés pour les processus de conception en ligne :

- des profils complémentaires d'acteurs d'interface, de leaders et de super-experts mis en évidence dans les situations de conception « traditionnelles » (en face à face et en entreprise).
- des profils d'animateur et un rôle interactifs de participants communs.

Ces profils demandent à être investigués plus précisément, en particulier en ce qui concerne leurs activités (cognitives, épistémiques, de coordination, socio-relationnelles) dans les différentes étapes du processus de conception. Ces profils pourront être mis en regard des statuts des participants dans les communautés LOS.

En effet, relativement peu de recherches sur les discussions en ligne en général (p.ex. Turner et al., 2005) et sur les communautés LOS en particulier (p.ex. Sowe et al., 2006) analysent de manière fine les activités mises en œuvre par les participants. La plupart des recherches se contentent d'analyses structurelles de la participation. Or, si les analyses structurelles sont

[48] Ils écrivent plus de la moyenne des messages de l'ensemble de la liste et sont engagés dans des discussions longues (plus de dix messages).

intéressantes pour caractériser en partie le rôle interactif des participants, elles ne suffisent pas pour caractériser les profils des participants dans leur ensemble. Le fait qu'il y ait communication entre deux individus ne permet pas de statuer sur la fonction de cette communication et sur les activités dans lesquelles sont engagés les participants.

Par ailleurs, la majorité des analyses structurelles des rôles dans les discussions en ligne utilisent des traces provenant d'un seul espace d'activité. Selon nous, il convient de s'intéresser aux traces des trois espaces d'activité (discussion, documentation et implémentation) pour avoir une vue complète des activités des participants au projet.

Concernant plus spécifiquement l'articulation des profils d'acteur d'interface et de participant commun : nous avons vu que les acteurs d'interface ne sont pas uniquement caractérisés par leurs rôles interactifs (participation à plusieurs organisations ou à plusieurs listes), ils mettent également en œuvre des activités cognitives, épistémiques, et socio-relationnelles. Plutôt que de traiter l'ensemble des messages des listes de discussion dans une période de temps donnée, sans distinguer le contenu des discussions au regard du processus de conception, comme dans Sowe et al. (2006), nous estimons qu'il serait plus riche de considérer les activités des acteurs d'interface dans le contexte d'un objectif de conception bien identifié, borné thématiquement et temporellement.

Selon nous, pour identifier des acteurs d'interface, il convient de spécifier davantage les étapes du processus de conception auxquelles ont lieu ces interventions et la teneur des discussions. Nous proposons donc de nous intéresser à la *participation croisée* entre différentes listes de discussion et autour de même thème de conception. La *participation croisée* est une vision étendue du concept de « cross-posting » qui consiste à poster le même message sur plusieurs listes de discussion (Kollock et Smith, 1996 ; Whittaker et al., 1998). Nous appellerons *cross-participants* les participants qui envoient des messages dans des discussions parallèles de même thème, sur plusieurs listes de discussion. Ces cross-participants sont donc une sous-catégorie des participants communs.

Partie III. Problématique et stratégie de recherche

Chapitre 5 Problématique de recherche

Ce travail a pour objectif de répondre à deux questions de recherche principales portant chacune sur la caractérisation :

- de l'organisation de la conception des LOS vue comme un processus de conception continu et comme un modèle des situations de conception médiées et asynchrones ;
- des rôles des participants à la conception des LOS vue comme un processus de conception ouvert à différents protagonistes.

En effet, le processus de conception des LOS peut être vu comme un processus de conception continu dans le sens où de nouvelles fonctionnalités peuvent toujours être apportées aux logiciels. Ce processus est également distribué dans plusieurs espaces d'activité en ligne, ce qui en fait un modèle des situations de conception médiées et asynchrones. La continuité du processus de conception, alliée au fait que les espaces d'activité contiennent des traces riches du processus, facilite l'exploration de la dynamique temporelle du processus.

Par ailleurs, la conception dans les projets LOS est un processus de conception ouvert, basé sur le rôle des participants, renvoyant aux activités effectivement mises en œuvre par les participants. Or, si la littérature sur la conception des LOS souligne que les participants ayant le statut d'utilisateurs prennent part à la recherche de dysfonctionnements des logiciels (*bug reporting*), voire proposent des corrections à ces dysfonctionnements (*patching*), peu d'études s'intéressent spécifiquement aux activités effectives des participants quel que soit leur statut, c'est-à-dire à leurs rôles dans le processus de conception.

Ces questions de recherche seront déclinées suivant deux perspectives:

- une perspective synchronique qui s'intéresse à des phases de conception collaborative bien définies, lors des discussions en ligne ;
- une perspective diachronique qui s'intéresse à l'ensemble du processus de conception, distribué dans les trois espaces d'activité et allant de la phase d'élicitation des besoins (identifications des besoins et propositions de nouvelles fonctionnalités), en passant par la phase de conception à proprement parler, pour finir par la phase d'implémentation du logiciel.

Dans le projet Python sur lequel porte ce travail, nous pourrons suivre plusieurs propositions de nouvelles fonctionnalités du logiciels qui sont encadrées par le processus « Python Enhancement Proposal » (PEP) (Figure 4).

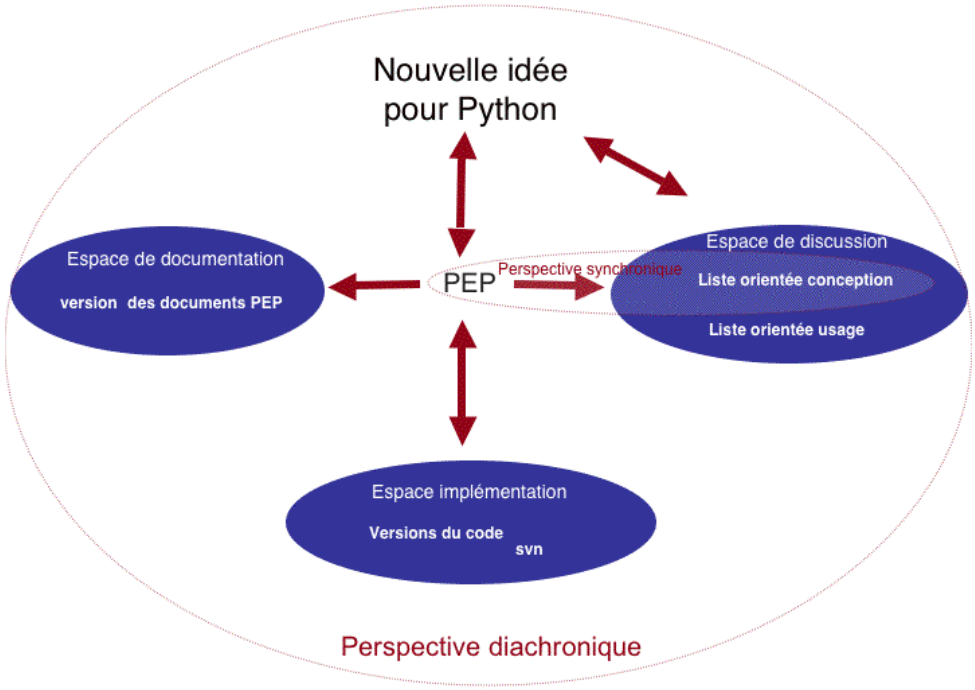


Figure 4 Perspectives diachronique et synchronique d'étude du processus PEP

L'étude dans la perspective synchronique se centrera sur l'analyse de discussions de conception en ligne issues de la liste orientée conception du projet. Ces analyses portent sur deux processus PEP, délimitant des problèmes de conception identifiés, qui permettront de caractériser:

- la dynamique des discussions de conception en ligne. On s'attend à ce que la nature finalisée de l'activité de conception impose des caractéristiques thématiques et temporelles spécifiques à ces discussions ;
- le rôle des participants dans ces réunions de conception. On s'intéressera en particulier aux rôles orientés vers la tâche (rôles interactifs, cognitifs et épistémiques et de coordination) des différents protagonistes de la conception, quel que soit leur statut.

L'étude dans la perspective diachronique se centrera sur l'analyse des traces d'un processus de conception continu PEP, dans les trois espaces d'activité, et en particulier dans les listes orientées usage et conception du projet de façon à pouvoir capturer l'ensemble de ce processus. Ces analyses nous permettrons de caractériser :

- l'organisation chronologique du processus de conception continu, de ses différentes phases (élicitations des besoins, conception, implémentation) et de leur articulation dans les listes orientées usage et conception, et dans les espaces de documentation et d'implémentation.
- les rôles des participants dans ce processus de conception continu, en particulier des profils clés pour la conception comme les acteurs d'interface. Notre hypothèse est que ces

profils clés facilitent l'articulation entre conception et usage dans les projets LOS, et font le lien entre les communautés orientées usage (structurée autour des listes usage) et la communauté orientée conception (structurée autour des listes développement). A notre connaissance, aucune étude n'a analysé finement ces profils et les activités des participants en situation de conception , tant en face à face, que dans des situations de conception à distance.

Ces deux études seront complétées par des analyses plus générales de la participation globale au projet Python et au processus PEP, à partir d'analyses des traces du projet. Nous nous intéresserons également à caractériser, sur la base d'entretiens, les représentations qu'ont les participants du rôle des autres dans le projet (conscience sociale) et de son processus de conception (conscience du processus de conception). Nous mettrons ainsi en évidence les stratégies de construction de ces consciences, mais également des déficits à leurs constructions qui souligneront des barrières à la participation et à l'ouverture du processus de conception dans le projet.

L'intégration de ces études nous permettra de mieux cerner la dynamique de cette nouvelle organisation du travail de conception, en termes de conception de l'artefact, mais également des rôles constituant le collectif soutenant cette conception.

Dans la section suivante, nous présenterons la stratégie de recherche générale que nous avons adoptée pour répondre à ces questions. Le manuscrit sera ensuite structuré autour de quatre études constituant les contributions empiriques de ce travail de recherche. Pour chacune des études, nous spécifierons la méthode employée et les résultats qu'elles ont produits. Le chapitre 7 décrira la participation globale au projet et au processus de conception PEP. Le chapitre 8 s'intéressera à la caractérisation des frontières et de la conscience (conscience du processus de conception et conscience sociale) du projet Python, sur lequel porte notre recherche. Le chapitre 9 abordera l'étude des dynamiques temporelles, socio-cognitives et épistémiques dans la perspective synchronique. Le chapitre 10 présentera l'étude réalisée dans une perspective diachronique, qui porte sur un processus de conception continu.

Chapitre 6 Stratégie de recherche

Ce chapitre a pour objectif de décrire la stratégie de recherche générale que nous avons développée pour répondre à notre problématique. Dans une première section, nous motivons le choix de notre terrain de recherche (le projet Python), et l'intérêt méthodologique de son Python Enhancement Process (PEP). La seconde section sera consacrée à la présentation d'éléments de méthode d'analyse des situations de conception LOS. Chacun des chapitres de résultats détaillera ensuite les méthodes spécifiques employées.

1 Terrain de recherche : le projet Python

1.1 Un projet de conception Open Source stable et orienté vers la conception

Un projet stable de grande ampleur, disposant de divers domaines d'application

L'objectif de notre recherche est de comprendre la dynamique de la conception de LOS de manière qualitative, nous avons donc choisi de travailler sur un projet de grande ampleur unique, plutôt que de mener une recherche comparative de différents projets (p.ex. Scacchi, 2001; Gacek and Arief, 2004; Nakakoji et al., 2002 ; Crowston et al., 2007b).

Notre recherche porte ainsi sur le projet Python, projet dédié à la conception et à l'usage du langage orienté-objet du même nom, qui est distribué sous licence Open Source. Le langage Python est développé depuis le début des années 90, à l'initiative de Guido Van Rossum qui en est toujours le chef de projet. Il est maintenant un des langages de programmation les plus reconnus, au même titre que Java ou Perl. Il est réputé pour la « simplicité » de sa syntaxe, son appropriation aisée et la facilité avec laquelle le code peut être compris. Nous avons choisi de nous intéresser à ce projet car il comporte selon nous plusieurs caractéristiques intéressantes pour analyser la dynamique des processus de conception ouverts et continus à l'œuvre dans les projets LOS.

D'une part, il s'agit d'un projet stable et dynamique qui reste cependant d'une taille raisonnable en termes de nombre d'interactions, comparée par exemple au projet *Linux*. D'autre part, ce projet dispose d'un nombre important d'utilisateurs dans divers domaines d'application (développement web, calcul scientifique, jeu, finance…), ce qui implique une diversité de besoins pouvant être potentiellement pris en charge dans le processus de conception continue.

Complémentarité avec des recherches précédentes

A son origine, ce travail de recherche s'est inscrit dans une collaboration internationale menée avec des chercheurs de l'Université de Californie et du Palo Alto Research Center, qui portait sur le projet Python (Sack et al. , 2006). Nous pouvons ainsi nous appuyer sur le travail ethnographique de Mahendran concernant la structure sociale du projet (2002) et le travail de thèse de Ducheneaut qui s'est intéressé à l'évolution des participants dans la hiérarchie des projets (Ducheneaut, 2005).

Par ailleurs, ce projet a été moins étudié que d'autres projets comme *Linux* (p.ex. Hertel et al, 2003; Cohendet et al., 2003), Mozilla (p.ex. Reis et Fortes, 2002 ; Mockus et al., 2002 ; Ripoche, 2006) ou *Apache* (p.ex. Mockus et al., 2002; Franke et Von Hippel, 2003). Or, il nous semble essentiel de contribuer à la production de connaissances et à la modélisation de la conception LOS en étudiant des projets de tailles, d'histoires et d'organisations différentes.

1.2 Un projet disposant d'un processus de conception prescrit : le *Python Enhancement Proposal (PEP)*

Nous avons vu que le projet Python dispose d'un processus encadrant les propositions de nouvelles fonctionnalités pouvant faire évoluer le langage. Ce processus permet d'encadrer la conception, mais également le processus d'identification des besoins en amont, et donc le processus de conception continu du LOS. Tous les participants du projet peuvent proposer un PEP, quel que soit leur statut ; ce PEP est ensuite discuté sur les listes orientées usage et conception du projet.

Comme nous l'avons vu, la majorité des étapes du processus de conception a lieu en ligne dans l'espace de discussion (Mockus et al., 2002 ; Sack et al., 2006). Toutes ces discussions constituent des traces riches du processus de conception du langage. Dans le projet Python, il y a deux listes de discussion principales, qui sont toutes deux archivées sur le site du projet (http://www.python.org/community/lists/):

- la liste orientée usage, *python-list*, traite des questions générales concernant Python. Elle est, en principe, dédiée aux questions relatives aux développements avec Python, quel que soit le domaine d'application, plutôt que du développement de Python ;
- la liste orientée conception, *python-dev*, concerne les questions relatives à la conception et à l'évolution du langage Python (correction des dysfonctionnements, ajout de nouvelles fonctionnalités, de nouveaux modules). C'est le cœur de la conception du langage. L'inscription à la liste est libre, mais la participation (l'envoi de message) doit être approuvé par un membre de la *core team*. Cependant, les archives sont publiques.

Les processus PEPs prescrivent la façon dont doit être proposée toute nouvelle idée d'évolution majeure du langage – l'intégration d'un nouveau module dans le cœur du langage par exemple, sa mise en discussion dans le projet, et la documentation des décisions de conception qui s'y rapportent. Les PEPs renvoient à la fois aux documents formalisés et aux

processus de discussion qui leur sont associés. Le document PEP décrit l'idée proposée pour l'évolution du LOS. Il s'agit d'un document évolutif, disposant de plusieurs versions archivées dans les espaces de documentation des projets. Au début du processus, le document PEP décrit la proposition de nouvelle fonctionnalité. Il doit contenir de brèves spécifications techniques de la fonction proposée, sa justification et les caractéristiques de l'implémentation du code correspondant. La description complète du processus est disponible en annexe de ce chapitre. Elle présente, également, un exemple d'un document PEP formalisé pour le projet Python.

Ce document sert de base au processus PEP qui regroupe un ensemble d'activités réparties dans les trois espaces d'activité et en particulier dans l'espace de discussions des projets dans lequel la proposition va être discutée et évaluée (Sack et al., 2006) (Figure 5). Une fois qu'une première version de document PEP est disponible (Pre-PEP), l'auteur (parfois les auteurs), appelé le « champion », se charge de le faire discuter dans l'espace de discussion du projet. L'objectif de ces discussions est double : d'une part, il s'agit de valider la pertinence de l'idée proposée, le PEP peut ainsi être accepté, différé ou rejeté ; d'autre part il s'agit de spécifier la nouvelle fonctionnalité, c'est-à-dire ce que la fonctionnalité « doit faire » et « comment elle le fait ». Le PEP est déclaré « accepté » si, d'une part, un consensus favorable émerge au sein du projet dans les discussions, et si, d'autre part, le chef de projet valide ce consensus. Les traces des discussions relatives à la fonctionnalité décrite par le PEP, les *spécifications* qui en résultent ainsi que les informations concernant le PEP et son statut (accepté, rejeté, différé) sont ainsi produites dans l'espace de discussion. Elles sont ensuite archivées dans l'espace de documentation. La nouvelle fonctionnalité proposée par le PEP peut alors être implémentée : ce nouveau code (et ses différentes versions) est, alors, intégré dans l'espace d'implémentation du projet.

Une fois que l'on a statué sur une solution de conception acceptable, un développeur en charge de la question fait une copie locale du code informatique à partir de l'outil de gestion de versions de code et teste les nouvelles modifications sur son propre ordinateur. Avant de soumettre la version modifiée au logiciel de gestion de versions de code, le nouveau code peut-être revue par la core team (ou certains de ses membres compétents pour la question). L'annonce de ce nouveau code est ensuite postée sur une liste de diffusion dédiée à la diffusion des nouvelles du projet (python-annouce). Le code peut alors une nouvelle fois être revu par l'ensemble des abonnés de la liste, c'est-à-dire un ensemble plus important « d'utilisateurs » du logiciel (Mockus et al., 2002 ; Reis et Fortes, 2002).



Figure 5 Distribution du processus PEP dans les trois espaces d'activité

Les documents PEP sont disponibles en ligne dans l'espace de documentation du projet (http://www.python.org/dev/peps/). Depuis la création des PEPs en Juillet 2000, 231 PEPs ont été déposés dans le projet. Il existe plusieurs catégories de PEPs :

- les PEPs dits d'information concernent les informations relatives au fonctionnement du projet (changement de site web, changement de localisation du code source…) ;
- les meta-PEPs sont des PEPs concernant le processus PEP en lui-même et son fonctionnement ;
- enfin, les PEPs dit standards sont ceux qui nous intéressent car ils concernent l'ajout de nouvelles fonctionnalités.

Les traces des processus PEPs associées aux documents sont disponibles dans les espaces de discussion (discussions dédiées à des PEPs sur les listes orientées usage et conception), de documentation (documents PEPs et leurs modifications successives) et dans l'espace d'implémentation (création et modifications de la fonctionnalité proposée par un PEP).

1.3 Intérêt méthodologique du processus PEP et sélection de corpora PEPs

D'un point de vue méthodologique, l'existence de ce processus est intéressante à plusieurs titres.

D'une part, ce processus se rapproche de deux processus de conception de logiciels utilisés dans les projets traditionnels de conception de logiciel: le « Request for Comment » (RFC) et les réunions de revue de projets (ou inspection technique). Les RFCs sont, par exemple,

utilisés par l'« Internet Engineering Task Force [49]» pour définir les standards d'Internet. Les réunions de revue de projets sont des étapes prescrites dans le processus de conception des logiciels dans de nombreuses institutions tant publiques que privées (p.ex. d'Astous et al., 2004). Ces réunions de projets sont une des sources majeures de recherche les activités coopératives de conception.

D'autre part, ce type de processus est mis en place dans d'autres projets LOS (les processus PLIP du projet Plone ou XEP du projet Jabber entre autres). Son étude n'a donc pas forcément une validité limitée au projet Python.

Enfin, les discussions traitant de propositions encadrées par des PEP sont signalées par le mot clé PEP dans le titre des messages, ce qui permet une première sélection des données archivées, autour de problèmes de conception spécifiques portés par un PEP. En effet, la sélection et l'organisation des données dans les communautés LOS se caractérise par une difficulté liée à la quantité de données générées en ligne. Pour délimiter un corpus, il est donc nécessaire de définir des critères clairs pour sélectionner, parmi la masse d'informations, des interactions pertinentes pour les objectifs de la recherche. Dans ce travail de recherche, le critère que nous avons retenu pour constituer l'unité d'un corpus de traces est leur appartenance à un même processus PEP. Ainsi, toutes les traces des trois espaces d'activité (messages, nouvelle version de document, nouvelle version de code…) liées à un même processus PEP (le lien peut-être explicite dans le titre d'un message ou nécessiter une fouille plus fine) ont été considérées comme des éléments d'un même corpus.

Sur la base de ces considérations, nous avons sélectionné trois corpora PEPs distincts :

- dans la perspective synchronique, nous analyserons deux processus de conception proposant des fonctionnalités introduites par des PEPs, qui sont liées à des besoins provenant du domaine informatique. Il s'agira d'un processus PEP poussé par un développeur et d'un processus PEP poussé par le chef de projet, que nous étudierons à travers les discussions en ligne entre concepteurs (chapitre 9) ;
- dans la perspective diachronique, nous analyserons un processus de conception PEP poussé par un domaine d'application, et nous l'étudierons à travers les traces dans les trois espaces d'activité (chapitre 10).

Nous analyserons également des données plus générales de la participation à l'ensemble des discussions en ligne liées aux processus PEPs, sur les listes orientées usage et conception (chapitre 7).

[49] Il s'agit un groupe informel, international, ouvert à tout individu, qui participe à l'élaboration de standards pour Internet.

2 Combinaison d'entretiens, d'observations et d'analyses structurelles et de contenu dans les trois espaces d'activité

2.1 Entretiens et observations

Au cours de ce travail de thèse, nous avons réalisé de manière régulière des observations ouvertes de l'activité dans l'espace de discussion du projet, en particulier sur les listes orientée usage et orientée conception, ainsi que sur la liste francophone *(python-fr)* auxquelles nous sommes abonnés. Nous avons également recueilli des traces concernant le fonctionnement du projet sur le site www.python.org.

Ces observations nous ont aidé à cerner le projet, ses objectifs et ses règles de fonctionnement (voir p.ex. www.python.org/dev/process) à la fois au niveau du processus de conception (fonctionnement du processus PEP par exemple, liste des développeurs) mais également du collectif (p.ex. fonctionnement de la fondation Python).

Nous avons également réalisé des entretiens semi-directifs avec des membres de la communauté Python, et des participants engagés dans les processus de conception que nous avons étudiés. Les contenus de ces entretiens seront détaillés dans le chapitre 8 et le chapitre 10 de résultats.

2.2 Analyses des traces de processus de conception

Une combinaison d'analyses structurelles et de contenu

L'ensemble des traces archivées dans les espaces d'activité (discussions en ligne, versions du code et versions des documents) est accessible publiquement. Elles constituent les ressources de beaucoup d'études s'intéressant aux LOS. La majorité opère des traitements automatiques sur les traces de l'espace d'implémentation, comme les rapports de dysfonctionnements (p.ex., Ripoche, 2006), ou les traces de modifications de versions de code (p.ex. Mockus et al., 2002). D'autres utilisent des techniques d'ethnographie (Mahendran, 2002), d'observation participante[50] (p.ex. German, 2003), ou d'ethnographie assistée par ordinateur combinant observations et analyses structurelles de traces (Ducheneaut, 2005). Ces analyses peuvent également être combinées avec des analyses de réseaux sociaux (p.ex. Lopez-Fernandez et al., 2004 ; Ducheneaut, 2005).

Ces mesures peuvent permettre d'investiguer certains aspects de la participation. Les études portant sur la mise à jour de versions de code permettent d'obtenir une vue de ce qui est supposé être la participation à la conception des LOS, à travers l'ajout et la modification de code (p.ex. Capilutti et al., 2003 ; Mockus et al., 2002). Un autre de ces aspects concerne la coordination approchée au travers de l'analyse de l'interdépendance des modules composant

[50] L'observation participante consiste à participer aux relations et aux tâches du groupe tout en effectuant ses observations. Cette méthode permet d'observer les situations de travail de l'intérieur tout en analysant des phénomènes difficilement explicitables par les opérateurs.

le LOS et des participants agissant sur ce module (p.ex. de Souza et al., 2005; Hossain et al. 2006.) Cependant, relativement peu de recherches s'intéressent, de manière fine, au contenu des échanges entre participants, par exemple dans les rapports de dysfonctionnements (*bug* report) (p.ex. Ripoche et Sansonnet, 2006), ou dans les listes de discussion (Crowston et al., 2007b ; Sack et al., 2006 ; Conein, 2004b).

Dans ce travail de recherche, nous avons choisi de combiner des analyses structurelles et de contenu sur des corpora de conception identifiés (corpora PEP) comme nous l'avons signalé dans la section précédente. Ces analyses sont basées en partie sur la stratégie de citation électronique, qui est une stratégie massivement utilisée par les participants aux discussions en ligne, pour maintenir la cohérence et la séquentialité des tours de parole dans ces discussions (Eklundh et Rodriguez, 2004).

Des analyses structurelles et de contenu basées sur les citations électroniques dans les discussions en ligne

Intérêt méthodologique

Pour caractériser la dynamique du processus de conception LOS et les rôles des participants à ce processus, il est essentiel d'élaborer une méthodologie d'analyse des activités collaboratives et des apports de connaissances ayant lieu dans les discussions en ligne, ainsi que de l'organisation des discussions en ligne (temporalité, thèmes de conception abordés). Pour cela, il nous faut articuler d'une part, les messages électroniques les uns avec les autres, qui constituent la base des échanges entre participants et d'autre part leur contenu, qui porte les échanges entre participants. Il nous faut donc trouver un lien – un fil conducteur - qui nous permette de suivre le déroulement des discussions en ligne, et des activités collaboratives portées par les messages de ces discussions.

La dynamique des discussions en ligne est communément analysée à partir du lien de « réponse à » entre les messages qui est la base de l'organisation classique des discussions (voir un exemple de fil de discussion en annexe de ce chapitre). Nous proposons une méthode alternative basée sur l'analyse des citations électroniques, pour reconstruire d'une part, la cohérence du processus de conception, et d'autre part le processus argumentatif entre les participants aux discussions de conception en ligne. Nous avons d'ores et déjà montré que, comme dans les discussions en ligne « ouvertes », la citation électronique est une activité communément utilisée par les concepteurs pour maintenir le contexte et cadrer les discussions (Barcellini et al., 2005a).

La citation électronique : une stratégie pour reconstruire les tours de parole entre participants aux discussions en ligne

Dans le cadre des discussions en ligne, les participants ont développé plusieurs types de stratégies qui leur permettent de faire face à la confusion des discussions en ligne que nous avons déjà évoquée (p.ex. Mondada, 1999). Ces stratégies, dont la citation électronique soutiennent la possibilité de faire référence de façon implicite ou explicite, à des messages dans les discussions (Eklundh et Rodriguez ; 2004).

La *citation électronique* est la reprise d'une partie (ou de plusieurs) « *du message d'un autre pour y répondre le compléter, le commenter ou l'évaluer* » (Mondada, 1999, p. 1). Elle est souvent marquée par la présence d'un chevron (« > »), comme dans l'exemple ci-dessous. Nous appelons *commentaire* le texte suivant une citation.

> *1) Should this PEP be accepted at all.*

Citation

I can do without it, but wouldn't mind it, as long as bools don't get too strict (like point 4, below). IMHO, Python's traditional concept of truth is much better than a Pascal-like concept of truth.

Commentaire

La citation électronique est une pratique courante dans les discussions en ligne qui est soutenue par la plupart des outils de messagerie (Eklundh et Macdonald, 1994 ; Mondada, 1999). C'est un mécanisme qui permet de préserver une partie du contexte dans une discussion (Eklundh et Macdonald, 1994) et de reconstruire la séquentialité des tours de parole dans les messages électroniques (Mondada, 1999). L'utilisation de la citation électronique recrée l'illusion de la proximité entre deux tours de parole dans un seul message (Herring, 1999 ; Mondada, 1999).

La séquentialité des tours de parole n'est pas assurée uniquement par le fait que la citation et le commentaire associé se suivent temporellement, elle est construite par la façon dont le message suivant incorpore le premier, en sélectionnant des parties du message ou en le segmentant de façon particulière. Dans ce sens, la citation électronique contribue à construire le cadre participatif des interactions (Grosjean et Traverso, 1998 ; Marcoccia, 2001). Le cadrage est une opération cognitive par laquelle on définit l'interaction à laquelle on participe. La situation de communication n'est pas seulement une donnée du contexte ou une contrainte liée au dispositif, mais résulte du cadrage opéré par ses acteurs : il s'agit du sens que chaque participant donne à la situation collective, sa représentation des objectifs du groupe ainsi que des statuts et des modes d'intervention qui y sont attendus (Cahour, 2002). Dans les discussions en ligne, les paires citations-commentaires contribuent à ce cadrage en sélectionnant des parties du discours de l'autre. Dans une situation de conception de cahier des charges, Lehabar (2001) met en évidence ce type de stratégie d'influence, en particulier

pour délimiter un problème de conception particulier en introduisant, ou en excluant, des thèmes dans la discussion.

Les segmentations des messages en paires de citation-commentaires conduisent à l'apparition de séquences de types accord-désaccord, de commentaires adressés à l'auteur ou au « public ». On trouve également des « co-constructions », les commentaires continuant, clarifiant le contenu de la citation, réparant des problèmes de compréhension, et ainsi de suite dans les tours successifs, ce qui peut conduire à des dérives thématiques (Mondada, 1999 ; Herring, 1999). Les paires citation-commentaire s'inscrivent, ainsi, dans une dynamique argumentative (Marcoccia, 2004b).

Or, plusieurs méthodes sont basées sur l'étude de l'argumentation et des tours de parole entre concepteurs (Olson et al., 1992 ; Herblseb et al., 1995, d'Astous et al., 2001, 2004 ; Darses et al., 2001). Elles permettent de mettre en évidence les activités de conception, leur enchaînement, et les contraintes auxquelles font appel les concepteurs dans leur activité. La citation électronique, en particulier l'analyse de pair citation-commentaire permettrait donc d'accéder à la dynamique des activités collaboratives de conception et d'échanges de connaissances dans les messages des discussions en ligne en reproduisant les tours de parole entre participants.

Organisation temporelle et thématique des discussions de conception en ligne

En ce qui concerne l'organisation thématique et temporelle des discussions nous avons montré que la cohérence thématique des discussions est mieux reconstruite par des représentations basées sur un lien de citations entre les messages, que par le modèle classique en fils de discussion (Barcellini et al., 2005b). Les représentations basées sur les fils de discussions divisent de manière inadéquate la discussion en différents fils, et isolent des messages clés pour la discussion de conception. Ces incohérences n'apparaissent pas dans une représentation basée sur la citation électronique : des messages de même thème sont regroupés, et les messages clés sont réintégrés dans le cœur de la discussion.

Dans la suite de cette recherche, les représentations basées sur le lien de citation électronique nous permettront de visualiser les discussions en ligne étudiées et d'analyser une partie de la dynamique temporelle des discussions, mais également la position des participants dans ces discussions et les citations entre participants, ce qui déterminera une partie de leur rôle interactif, comme nous le décrivons dans la section suivante.

Des analyses structurelles et de contenu permettant d'étudier les rôles des participants et la dynamique du processus de conception

Dans ce travail de recherche, nous réaliserons plusieurs types d'analyses structurelles, dont certaines seront basées sur les citations électroniques. Une partie sera dédiée à la compréhension de l'organisation du processus de conception, l'autre partie permettra de

caractériser le rôle interactif des participants en complément d'analyses de contenu portant sur les rôles orientés vers la tâche et le rôle socio-relationnel.

Concernant l'organisation thématique et temporelle du processus de conception :

- dans la perspective synchronique, nous représenterons les thèmes de conception abordés dans les discussions de conception sur la base du lien de citation et sur une échelle temporelle ;
- dans la perspective diachronique, nous représenterons les actions réalisées dans les trois espaces d'activité (discussions en ligne et étapes du processus de conception correspondantes, modification de documents PEPs et modification de code) sur une échelle temporelle.

Concernant l'analyse des profils des participants :

- dans les perspectives synchronique (chapitre 9) et diachronique (chapitre 10), les analyses structurelles nous permettront de caractériser le rôle interactif des participants composé de son degré de participation (nombre de messages postés par un participant), son influence (nombre de fois où il est cité), sa place dans le réseau de communication (citations mutuelles), sa position dans les discussions représentées à partir du lien de citation ;
- dans la perspective diachronique (chapitre 10), les analyses structurelles concerneront également la présence de cross-participants (implications dans plusieurs listes en parallèle sur des discussions de même thème) et la spécificité des actions des participants dans les trois espaces (actions dans les discussions ou actions de modification du code ou des documents) ;
- dans les deux perspectives, les rôles orientés vers la tâche (cogntifs, épistémiques, de coordination) et le rôle socio-relationnel seront étudiés à partir d'analyses de contenu (activités collaboratives de conception, connaissances échangées) basées sur les paires citation-commentaire.

Des traces des activités riches mais partielles

Bien que ces traces d'interaction offrent des sources très riches pour l'analyse des activités mises en œuvre dans les communautés LOS, elles ne suffisent pas à rendre compte de toutes les interactions (p.ex. Paccagnella, 1997). En effet, certaines interactions peuvent également avoir lieu en co-présence : réunions entre membres co-localisés ou rencontres dans le cadre de conférences. De plus ces traces n'apportent que des informations partielles sur le contexte socio-organisationnel de la conception. Il peut donc être nécessaire d'avoir recours à d'autres méthodes de type entretien, observation, accès à des échanges de type privé à travers la messagerie instantanée. C'est sur la base de cette limite que nous avons souhaité réaliser des entretiens contextualisants avec des membres de la communauté Python, ayant participé à un des processus PEP étudié (chapitre 10).

Pour faire face de manière plus générale à ces limites, nous avons également fait la démarche d'être intégré au sein d'une société de services, travaillant selon les modèles du logiciel libre et participant à la conception d'un LOS[51], dans le cadre d'une intervention ergonomique (Barcellini, 2007e). Nous avons utilisé la technique de l'observation participante en étant intégrer dans cette équipe de développeurs, distante et internationale. Cela nous a permis de mieux comprendre l'environnement socio-technique dans lequel évoluent ces développeurs, et les enjeux stratégiques auxquels ils font face. Ces méthodes complémentaires ont permis de faire apparaître des décalages entre certains contenus des discussions publiques, dans l'espace de discussion, et les négociations stratégiques qui les sous-tendaient dans les discussions privées, par messagerie instantanée.

Du point de vue de la pratique de l'ergonomie, ce travail a également pu mettre en évidence les problématiques méthodologiques et de positionnement d'un ergonome intervenant dans une situation de travail à distance extrêmement dynamique. La distance entraîne, outre les difficultés d'accès à l'activité en situation, des difficultés dans l'établissement d'une relation de confiance avec les participants distants. De plus, les participants - ici des informaticiens - sont en capacité de modifier très rapidement leurs outils de travail au cours de l'intervention ce qui renforce le côté dynamique et coopératif de l'intervention ergonomique (Falzon, 2004).

Ces travaux ne seront pas abordés plus précisément dans ce manuscrit, mais le lecteur intéressé pourra se référer à deux publications (Barcellini, 2007e; Barcellini, 2008d).

Considérations éthiques

Nous conclurons cette section sur l'analyse des traces par des considérations éthiques. Dans la suite de ce travail, nous ferons parfois référence nominativement aux participants. Compte tenu de la nature publique des données, nous avons choisi de conserver les vrais prénoms des participants (voir Herring, 2002 pour une discussion plus approfondie des problèmes éthiques liés à l'analyse des traces en ligne).

Par ailleurs, afin d'associer et d'informer les participants au projet Python, notre travail de recherche a fait l'objet de deux communications dans des conférences internationales liées à la communauté Python : l'atelier Python des Rencontres Mondiales du Logiciel Libre (Barcellini et al., 2005b) et Europython'06 (Barcellini et al., 2006a).

2.3 Utilisation de statistiques descriptives pour le traitement des données

Les différentes analyses que nous avons réalisées génèrent des tableaux de contingences présentant les fréquences de nos indicateurs, c'est-à-dire des variables de nos études (nombre de messages, nombre de citations, nombre d'activités mise en œuvre, nombre d'apports de connaissances, statuts, position dans une discussion…).

[51] Il s'agit d'un *serveur* de messagerie instantannée libre.

En complément de statistiques descriptives classiques, nous caractériserons la force du lien entre ces paires de variables (statut et position dans la discussion par exemple), au niveau local sur la base du taux de liaison entre ces variables (Bernard, 2003) et au niveau global (pour un tableau) sur la base d'un coefficient appelé V^2 de Cramer.

Les taux de liaison sont calculés en comparant pour chaque cellule du tableau : les fréquences observées avec des fréquences théoriques attendues (celles qui devraient être obtenues s'il n'y avait pas d'association entre les variables), selon la formule suivante:

Taux de liaison= (fréquence observée-fréquence attendue)/fréquence attendue.

Il y a une attraction entre les variables quand le taux de liaison est positif, et une répulsion quand il est négatif. Par convention, on ne rapporte que les taux de liaison supérieur, en valeur absolue, à 0,20.

Au niveau global, la force de la liaison entre les paires de variables, c'est-à-dire la synthèse des taux de liaison locaux est donné par le V^2 de Cramer . La liaison entre les variables est considérée comme faible pour $0 < V^2 < 0,04$; intermédiaire si $0,04 \leq V^2 < 0,16$; et forte au dessus. Cependant, même si l'association globale est faible, le taux de liaison peut être utilisé pour décrire les associations locales.

L'ensemble de ces statistiques ont été calculées à l'aide du logiciel excel.

Partie IV. Contributions empiriques

Chapitre 7 Participation globale aux discussions en ligne et aux processus PEP du projet Python

Le premier objectif de cette étude est de caractériser, de manière globale, la participation aux discussions en ligne du projet Python puis, plus spécifiquement, aux discussions de conception (discussions PEPs). Cette caractérisation permettra à la fois, de borner la participation à l'espace de discussion du projet Python (p.ex. nombre de participants impliqués dans les listes) ainsi que la participation aux discussions de conception. Elle nous permettra de situer la participation à ces discussions de conception par rapport à celle mise en évidence dans les discussions en ligne « ouvertes » (non finalisées par un objectif de conception), mais également par rapport à l'ensemble des discussions du projet. On suppose, en effet, que les discussions de conception ont des caractéristiques spécifiques par rapport aux discussions ouvertes. Le second objectif est de caractériser le processus PEP en lui-même, en particulier l'implication des utilisateurs dans ce processus. L'ensemble de ces résultats nous permettra de caractériser l'ouverture du processus de conception à travers l'implication des utilisateurs, tant dans les discussions en ligne que dans la proposition de nouvelles fonctionnalités.

1 Méthode : analyse de traces des espaces de discussion et de documentation

Pour répondre à ces deux objectifs, nous avons développé une méthode basée sur l'analyse de traces de deux des espaces d'activité du projet :

- les discussions en ligne archivées dans l'espace de discussion nous permettent d'analyser la participation aux listes orientées usage et conception et la participation aux discussions PEPs ;
- les documents PEPs archivés dans l'espace de documentation nous permettent de déterminer le nom et le statut du champion des PEPs, ainsi que la répartition des types de PEPs (acceptés, rejetés, différés).

Dans une première section, nous explicitons comment nous avons déterminé le statut des participants au projet. Puis, nous décrivons la méthode d'analyse de la participation aux discussions en ligne. La dernière section présente la méthode d'analyse des documents PEPs.

1.1 Détermination du statut des participants

Les statuts des participants ont été déterminés, en partie, à partir du recueil de différentes traces de l'espace de documentation du projet et de l'étude ethnographique de Mahendran (2002) qui décrit les différents statuts du projet Python.

Concernant les traces disponibles, une liste des développeurs et des administrateurs était disponible sur la plateforme d'hébergement du projet (sourceforge.net) jusqu'en 2005, puis sur le site python lui-même (http://www.python.org/dev/committers). Grâce au travail de thèse de Ducheneaut (2003), nous disposons de cette liste pour l'année 2003, nous avons nous-même recueilli cette liste pour l'année 2006. Cependant, cette liste est actualisée au fur et à mesure de l'évolution du projet, une difficulté a donc été de reconstruire le statut des participants à la période durant laquelle les processus de conception que nous avons étudiés se sont déroulés (2001 à 2006).

Sur le site de Python, nous disposons également de l'historique des différentes assemblées générales de la Python Software Foundation (PSF) depuis 2001 (http://www.python.org/psf/records/), dans laquelle tous les développeurs sont impliqués, qui liste l'ensemble des « membres actifs » du projet et leurs années d'intégration. Pour déterminer les statuts des participants en 2002 et 2004, nous avons donc combiné les données de 2003, en ne tenant pas compte des participants qui ne faisaient pas partie des membres actifs de la PSF en 2002. Nous avons procédé de manière similaire pour l'année 2004, en ajoutant les nouveaux membres actifs du projet.

En intégrant ces données avec celles de Mahendran (2002), nous déterminons quatre statuts dans le projet :

- celui de chef de projet (PL pour Project Leader) ;
- celui des membres de *core team* ou *administrateurs* (A), qui disposent de l'ensemble des droits de modification du code ;
- celui de *développeurs* (D) qui sont les personnes disposant de droits partiels. Ces développeurs sont les personnes qui sont présentes sur la liste des développeurs de l'année 2003 et/ou celles qui sont membres actifs de la PSF à la période considérée. Ces listes sont disponibles en annexe de ce chapitre Tableau 1;
- l'ensemble des autres participants est considéré comme ayant le statut d'utilisateurs (U).

1.2 Analyse du niveau de participation aux discussions en ligne du projet Python

La participation globale au projet Python a été étudiée à partir des archives des listes de discussion orientée usage et orientée conception. Pour chaque mois de l'année 2001 à l'année 2006 nous avons extrait[52] :

- le nom des participants ;
- le nombre de messages qu'ils postent ;
- le nombre de discussions différentes auxquelles ils participent ;

- le nombre de messages contenant le mot-clé « PEP » auxquelles ils participent. Nous considérons qu'il s'agit d'un indicateur pertinent pour approcher le nombre de discussions de conception. Ceci est primordial en ce qui concerne la liste orientée usage dont les thèmes de discussion peuvent être des demandes d'aide ou de conseils par exemple.
- le nombre de discussions contenant le mot-clé « PEP » auxquelles ils participent.

A partir de ces données, nous déterminons le niveau de participation globale de chaque participant en combinant : le nombre de messages qu'ils postent au nombre de discussions dans lesquelles un participant est intervenu tout au long de l'année.

La participation est caractérisée par le nombre de messages postés par un participant, comme classiquement en CMO (p.ex Herring, 2002). On distingue ainsi:

- une participation forte (F) si le participant poste un nombre de messages supérieur ou égal au 3ème quartile du nombre de message postés ;
- une participation faible (Fa) si le participant poste un nombre de messages inférieur ou égal au 1er quartile du nombre de messages postés ;
- une participation moyenne (M) entre les deux.

La régularité de cette participation est caractérisée par le nombre de discussions auxquelles il participe. On distingue ainsi:

- les participants réguliers qui participent à un nombre de discussions supérieur ou égal au 3ème quartile du nombre de discussions total ;
- les participants occasionnels qui participent à un nombre de discussions inférieur à ce troisième quartile.

A partir de ces deux types d'analyses, trois catégories de participants sont identifiées:

- les participants forts et/ou réguliers. En pratique, la quasi-totalité des participants de cette catégorie participent régulièrement et fortement, c'est-à-dire qu'il y a peu de participants forts qui ne participent occasionnellement ;
- les participants moyens (réguliers ou occasionnels) ;
- les participants faibles et occasionnels. Tous les participants faibles ne participent qu'occasionnellement.

Ces analyses nous permettent, également, de dégager des ensembles de personnes, des participants communs, qui contribuent à des discussions PEPs à la fois sur la liste orientée usage et sur la liste orientée conception. Pour déterminer l'existence de ces participants communs, nous avons sélectionné les discussions PEPs des deux listes de discussion à partir de la présence du mot-clé « PEP » dans le sujet de ces discussions. Puis, nous avons extrait

[52] Cette extraction a été réalisée à l'aide d'un script informatique développé par France Denoeud que je remercie.

les noms des participants à ces discussions. A partir de cette liste de noms, nous avons déterminé l'ensemble des participants qui postent au moins un message dans une discussion PEP sur la liste orientée usage et sur la liste orientée conception.

1.3 Analyse globale du processus PEP

Les données issues de l'espace de documentation (www.python.org/peps) nous permettent de recueillir la liste des 234 PEPs soumis tous types confondus (informatif, conception, méta-PEP). Nous nous concentrerons ici sur les PEPs de conception, ceux qui proposent d'introduire une nouvelle fonctionnalité, qui représentent 80% de tous les PEPs (185/234).

Pour ces PEPs, nous extrayons :

- le, ou les, nom(s) des champions, les dates de création du document PEPs, et le statut du champion à cette date. Dans le cas où le PEP est soutenu par plusieurs champions, la participation de chaque champion sera pondérée : par exemple, s'il y a deux champions pour un PEP, chacun comptera pour 0,5 ;
- l'issue du PEP : la proposition peut être acceptée, rejetée ou différée ;
- pour compléter ces données, nous avons recueilli manuellement, sur les listes orientées usage et conception, les discussions dont le sujet contenait le mot-clé PEP et le numéro de PEP associé. Nous pouvons ainsi déterminer les PEPs qui ont été discutés sur la liste orientée usage, la liste orientée conception, et les deux listes, ce qui traduit l'implication potentielle plus ou moins importante des utilisateurs et des développeurs.

2 Résultats: participation globale aux discussions et aux processus PEPs

Dans une première section, nous examinons la stabilité du projet Python à travers l'évolution de la participation à ses discussions en ligne et l'évolution du nombre de développeurs du projet. La deuxième section décrit le niveau de participation à l'ensemble des discussions, mais également plus spécifiquement aux discussions PEPs. La section suivante s'intéresse à la répartition statutaire dans ces deux types de discussions. La dernière section décrit le lien entre le statut du champion des PEPs, leurs lieux de discussions et l'issue des PEPs.

2.1 Stabilité de la participation aux discussions en ligne du projet et augmentation du nombre de développeurs statutaires

Stabilité du projet Python

Entre 2001 et 2006, le projet Python connaît une relative stabilité en termes de nombre de participants, de nombre de messages postés et de nombre de discussions différentes, aux listes de discussion orientées usage et conception (Tableau 1) (les statistiques descriptives globales sont disponibles en annexe de ce chapitre, Tableaux 2 et 3).

De 2001 à 2006	**Liste orientée usage**	**Liste orientée conception**
Effectif moyen annuel de participants *(écart-type)*	5440 *(428)*	401 *(103)*
Effectif moyen annuel de messages *(écart-type)*	58925 *(3589)*	9793 *(1684)*
Effectif moyen annuel de discussions *(écart-type)*	10945 *(670)*	1459 *(174)*
Moyenne messages/jour *(écart-type)*	161 *(10)*	27 *(5)*
Moyenne discussions/jour *(écart-type)*	30 *(2)*	4 *(0)*
Moyenne messages par participant et par an	11 *(1)*	26 *(8)*
Moyenne discussions par participant et par an	2 *(0)*	4 *(2)*

Tableau 1 Effectifs moyens de participants, de messages postés et de discussions différentes sur les listes orientées usage et conception de 2001 à 2006

Ces résultats nous permettent de borner le nombre de participants aux listes orientées usage et conception. Il y a 10 fois plus de participants à la liste orientée usage (environ 5000 participants différents en moyenne par an) qu'à la liste orientée conception (400 participants en moyenne par an). Par contre, la participation moyenne par participant et par an est plus élevée sur la liste orientée conception que sur la liste usage :

- on a en moyenne 26 messages postés par participant et par an dans 4 discussions différentes (écart-type = 2) sur la liste orientée conception ;
- contre en moyenne 11 messages postés par participant et par an dans 2 discussions différentes (écart-type = 0) sur la liste orientée usage.

Ce résultat traduit une plus grande implication des participants sur la liste orientée conception que sur la liste orientée usage. Par ailleurs, ces résultats mettent en évidence la quantité de données générées dans les listes de discussion (près de 200 messages/jour en moyenne) et le coût potentiellement élevé de traitement de ces données par les participants.

Augmentation du nombre de développeurs statutaires

Bien que la participation aux discussions en ligne du projet soit stable, on peut observer une augmentation du nombre de développeurs statutaires du langage Python de 2001 à 2006. (Tableau 2).

Année	Effectifs totaux Développeurs	Evolution/année précédente
2001	37	Non pertinent
2002	54	+17 *(+31%)*
2003	75	+21 *(+28%)*
2004	82	+7 *(+9%)*
2005	82	+0 *(+0%)*
2006	100	+18 *(+18%)*

Tableau 2 Evolution du nombre de développeurs de Python de 2001 à 2006

Le projet Python compte moins d'une centaine de développeurs statutaires, mais ce nombre a augmenté chaque année depuis 2001 (hormis 2005) : de près de 30% en 2002 et 2003, puis de 18% entre 2005 et 2006 (+18%). Par ailleurs, chaque année, il y a en moyenne 2 départs de développeurs (écart-type=2) et 19 nouveaux développeurs (écart-type=12).

Ces résultats permettent de borner un noyau stable de développeurs de Python. Ils montrent également que plus de 50% des développeurs en 2006 ont plus de 4 ans d'ancienneté dans le projet (dont l'ensemble des administrateurs). Cependant, ce noyau s'élargit avec le temps traduisant l'évolution du projet à travers l'intégration de nouveaux développeurs, telle qu'elle est décrite en partie par le travail de Ducheneaut (2005). Notons que pour l'année 2002, Ducheneaut (2005) met en évidence le passage au statut de développeur de quatre participants, à partir de l'analyse de la liste orientée conception. Or nos résultats basés sur l'analyse des traces de l'espace de documentation du projet (liste des membres de la fondation Python et liste des développeurs en 2003) montrent l'arrivée de 17 nouveaux développeurs.

Cet écart peut traduire le fait que des participants contribuent aux projets sans pour autant participer aux listes de discussion, et se voient attribuer le statut de développeur, par exemple pour des raisons stratégiques (entreprises mécènes, liens avec d'autres projets). Cela souligne que l'analyse des traces disponibles en ligne ne permet pas de circonscrire des enjeux stratégiques du projet. Cet écueil pourra être limité en combinant des analyses de traces dans les trois espaces d'activité, ainsi que des entretiens.

2.2 Participation aux discussions dans les listes orientées usage et conception et statuts des participants

Etant donnée la relative stabilité de la participation à l'espace de discussions du projet Python, nous avons analysé plus finement la participation aux listes de discussion pour

l'année 2004. Cette année a été choisie car elle correspond à l'année durant laquelle se déroule une partie du processus de conception continu que nous étudierons au chapitre 10.

Niveau de participation à l'ensemble des discussions

Le Tableau 3 et le Tableau 4 présentent les distributions du niveau de participation (nombre de messages postés) et la présence des participants sur les listes orientées usage et conception, toutes discussions confondues. La participation n'est globalement pas la même sur les listes orientées usage et conception tant au niveau des effectifs de participants que du nombre de messages postés (χ^2= 26; ddl=2 ; p<0,0001 pour les participants et χ^2= 206 pour les messages ; ddl=2 ; p<0,0001) (les statistiques descriptives de la participation aux listes orientées usage et conception sont disponibles en annexe Tableaux 4 et 5).

Participation et présence Liste orientée usage	**Effectifs Participants**	**Effectifs Messages**	**Messages/ participant**
Participation régulière et/ou forte	1422 *(26%)*	44997 *(87%)*	*32*
Participation moyenne	1558 *(29%)*	4108 *(8%)*	*3*
Participation faible et occasionnelle	2390 *(45%)*	2390 *(5%)*	*1*
Total	*5370*	*51495*	*10*

Tableau 3 Participation et présence sur la liste orientée usage pour l'année 2004

Participation et présence Liste orientée conception	**Effectifs participants**	**Effectifs messages**	**Messages/ participant**
Participation régulière et/ou forte	114 *(25%)*	8123 *(90%)*	*71*
Participation moyenne	179 *(40%)*	674 *(8%)*	*4*
Participation faible et occasionnelle	158 *(35%)*	158 *(2%)*	*1*
Total	*451*	*8955*	*20*

Tableau 4 Participation et présence sur la liste orientée conception pour l'année 2004

Dans un premier temps, ces résultats mettent en évidence que les listes orientées usage et conception sont dominées par 1/4 de participants, forts et réguliers, postant près de 90% des messages. Cet ensemble de participants forts et réguliers est d'environ 1400 participants sur la liste orientée usage, et d'un peu plus de 100 sur la liste orientée conception. Les participants forts et réguliers postent deux fois plus de messages sur la liste orientée conception (71 messages/participant) que sur la liste orientée usage (32 messages/participant). Ce résultat traduit le fait que les participants réguliers sur la liste orientée conception sont plus impliqués dans les discussions que les participants réguliers sur la liste orientée usage. L'analyse des taux de liaison[53] confirme ces tendances : les participants faibles ont tendance à être plus nombreux et à participer plus à la liste orientée usage (Tableaux 6 et 7 en annexe).

[53] La liaison globale est faible entre la liste et le niveau de participation, V^2 Cramer=0,004 pour les effectifs de participants et de messages)

Ces résultats confirment les données issues de la littérature portant sur les discussions en ligne « ouvertes » (p.ex. Herring, 2002) : les discussions en ligne du projet sont dominés par une minorité de participants forts et réguliers. Ils permettent de borner le nombre de participants réguliers aux discussions du projet. Enfin, ils traduisent une tendance à une plus grande dispersion de la participation et à moins grande implication des participants sur la liste orientée usage, que sur la liste orientée conception.

Participation aux discussions PEPs sur les listes orientées usage et conception

Une fois la participation globale aux discussions du projet déterminée, une autre question concerne la participation spécifique aux discussions de conception, c'est-à-dire aux discussions PEPs sur les listes orientées usage (Tableau 5) et conception (Tableau 6) (les statistiques descriptives de chaque ensemble de discussions PEPs pour les listes orientées usage et conception sont disponibles en annexe, Tableaux 8 et 9).

Discussions PEPs sur liste orientée usage	**Effectif participants**	**Effectif messages**	**Messages/ participant**
Participation régulière et/ou forte	45 *(36%)*	484 *(69%)*	*11*
Participation moyenne	53 *(32%)*	145 *(21%)*	*3*
Participation faible et occasionnelle	70 *(42%)*	70 *(10%)*	*1*
Total	168	699	*4*

Tableau 5 Participation et présence dans les discussions PEPs de la liste orientée usage pour l'année 2004

Discussions PEPs sur liste orientée conception	**Effectif participants**	**Effectif messages**	**Messages/ participant**
Participation régulière et/ou forte	49 *(31%)*	1290 *(82%)*	*26*
Participation moyenne	64 *(40%)*	243 *(15%)*	*4*
Participation faible et occasionnelle	46 *(29%)*	46 *(3%)*	*1*
Total	*159*	*1579*	*10*

Tableau 6 Participation et présence dans les discussions PEPs de la liste orientée conception pour l'année 2004

Dans un premier temps, nous allons nous intéresser aux différences éventuelles en termes d'effectifs de participants, de messages postés et de niveau de participation, entre les discussions PEPs et l'ensemble des discussions. Nous suppossons que les discussions PEPs ont des propriétés spécifiques par rapport à l'ensemble des discussions du projet.

Sur les listes orientées usage et conception, la distribution en termes d'effectifs et de niveau de participation est la même pour les discussions PEPs et l'ensemble des discussions. (χ^2= 0,66, pour la liste usage ; χ^2= 2,5, ddl=2 ; p>0,05 pour la liste conception). En revanche, les distributions en termes de messages postés sont différentes (χ^2= 206, pour la liste usage ; χ^2= 117, ddl=2 ; p>0,05 pour la liste conception).

Sur les deux listes, on voit que les participants forts et réguliers représentent 1/3 des participants, soit une cinquantaine de personnes, mais ils postent globalement et individuellement moins de messages dans les discussions PEPs :

- dans toutes les discussions ils postent près de 90% des messages, et dans les discussions PEPs entre 70% (484/699) sur la liste usage et 82% (1290/1579) sur la liste conception ;
- dans toutes les discussions, ils postent individuellement 32 et 71 messages (respectivement sur la liste usage et la liste conception) ; ils n'en postent plus que 11 et 25 (respectivement sur les listes usage et liste conception) dans les discussions PEPs ;
- les taux de liaison confirment que les participants réguliers et/ou forts ont tendance à participer moins aux discussions PEPs, alors que les participants occasionnels ont tendance à participer plus à ces discussions (les liaisons globales sont faibles V^2 Cramer = 0,003 sur la liste usage et V^2 Cramer = 0,01 sur la liste conception) (Tableaux 10 et 11 en annexe).

Ces résultats traduisent le fait que les discussions PEPs sont dominées par un petit nombre de participants plus occasionnels que l'ensemble des discussions.

Si l'on s'intéresse maintenant spécifiquement aux différences en termes de participation aux discussions PEPs entre les listes orientées usage et conception:

- globalement, on voit que les discussions PEPs génèrent deux fois plus de messages sur la liste orientée conception (1579 messages) que sur la liste orientée usage (699 messages), ce qui n'est pas le cas pour l'ensemble des discussions ;
- les distributions en termes d'effectifs sont les mêmes sur les deux listes pour les discussions PEPs (χ^2= 6, ddl=2 ; p>0,05). En revanche, les distributions en termes de nombres de messages postés en fonction de la participation sont différentes (χ^2= 68, ddl=2 ; p>0,05). Les participants occasionnels (moyens et faibles) ont tendance à participer davantage sur la liste orientée usage[54] (Tableau 12 en annexe). On retrouve la même tendance que pour l'ensemble des discussions.

Synthèse

Ces résultat soulignent des propriétés particulières des discussions de conception (PEPs) par rapport aux autres discussions :

- elles sont dominées de manière moins importante par les participants forts et réguliers, ce qui traduit l'implication d'un plus grand nombre de participants occasionnels dans ce processus ;

[54] La liaison globale entre le niveau de participation et la liste est intermédiaire (V^2 Cramer=0,03).

- l'ensemble de participants réguliers et forts est stable sur les deux listes, environ une cinquantaine de personnes, ce qui nous permet de borner la communauté potentielle de participants à la conception de Python ;
- enfin, ces résultats montrent que les PEPs sont discutés sur les deux listes du projet, mais qu'ils génèrent plus de messages sur la liste orientée conception, ce qui correspond au statut prescrit de cette liste.

2.3 Statuts et participation aux discussions en ligne des listes orientées usage et conception

Les résultats présentés dans cette section ont pour objectif de déterminer la participation aux listes du projet en fonction du statut des participants. Notre objectif est de déterminer la répartition des différents statuts dans l'ensemble des discussions, puis dans les discussions de conception de façon à caractériser l'implication, ou non, des utilisateurs dans ces discussions de conception.

Statuts et participation à l'ensemble des discussions

Les tableaux suivants présentent la distribution des effectifs de participants et de messages postés en fonction des statuts sur la liste orientée usage (Tableau 7) et la liste orientée conception (Tableau 8). La distribution du nombre de participants et celle du nombre de messages postés sont significativement différentes entre les deux listes (χ^2>1000 ddl=3 ; p<0,0001pour les deux distributions). Nous rappelons que le sigle PL est employé pour le chef de projet, le sigle A pour les administrateurs, le sigle D pour les développeurs et le sigle U pour les utilisateurs.

Liste orientée usage	Effectif participants	Effectif messages	Messages/ participant
PL	1 *(<1%)*	15 *(<1%)*	15
A	5 *(<1%)*	350 *(<1%)*	70
D	51 *(1%)*	5109 *(10%)*	100
U	5313 *(99%)*	46021 *(89%)*	9
Total	*5370*	*51495*	*10*

Tableau 7 Distributions des participants et du nombre de messages postés, en fonction du statut, sur la liste orientée usage pour l'année 2004

Liste orientée conception	**Effectif participants**	**Effectif messages**	**Messages/ participant**
PL	1 *(<1%)*	602 *(7%)*	602
A	5 *(1%)*	1133 *(13%)*	227
D	46 *(10%)*	2712 *(30%)*	59
U	399 *(88%)*	4508 *(50%)*	11
Total	*451*	*8955*	*20*

Tableau 8 Distributions des participants et du nombre de messages postés, en fonction du statut, sur la liste orientée conception pour l'année 2004

Ces résultats mettent en évidence que la participation des utilisateurs a les caractéristiques suivantes:

- sur les deux listes la quasi-totalité des participants sont des utilisateurs (99 %, 5513/5370 sur la liste usage et 88%, 399/451 sur la liste conception) et ils postent chacun en moyenne une dizaine de messages ;
- en revanche, leur contribution en termes de nombre de messages postés est moins importante sur la liste orientée conception. Ils n'y postent que la moitié des messages, alors qu'ils en postent 90% sur la liste orientée conception. Ce résultat est confirmé par l'analyse des taux de liaison entre le statut et le niveau de participation sur la liste orientée conception[55] : sur la liste orientée conception, les utilisateurs ont tendance à ne pas participer fortement et régulièrement (Tableaux 13 à 16, concernant les deux listes en annexe).

Concernant la participation des développeurs, ces résultats mettent en évidence que :

- plus de la moitié des développeurs de l'année 2004 (51/82 sur la liste usage et 46/82 sur la liste conception) participent aux deux listes ;
- sur la liste orientée usage, ils représentent moins de 1% des participants, mais postent 10% des messages (5109/51495) et sont aux 3/4 des participants forts et réguliers. Ils postent individuellement 100 messages, ce qui dénotent leur forte implication individuelle dans les discussions ;
- sur la liste orientée conception, leur contribution globale est plus importante, puisqu'ils postent le tiers des messages, ils sont également aux 3/4 des participants forts et réguliers. Cependant, ils postent individuellement moins de messages chacun (59 messages) que sur la liste orientée conception (100 messages).

[55] Les liaisons globales entre statut et effectif de participants et entre statut et nombre de messages postés sont intermédiaires (V^2 Cramer= respc. 0,04 et 0,08).

Concernant la participation des administrateurs, ces résultats mettent en évidence :

- qu'ils sont présents sur la liste orientée usage, même si leur contribution par rapport aux utilisateurs et aux développeurs est faible. Cependant, ce sont quasiment tous des participants forts et réguliers et ils sont les deuxièmes plus gros contributeurs individuels avec 70 messages chacun ;
- qu'ils sont plus fortement impliqués dans la liste orientée conception, dans laquelle ils postent environ 13% (1133/8955) des messages pour globalement 227 messages par participant.

Enfin, la participation du chef de projet à la liste orientée usage est globalement peu importante. En revanche, il s'agit du plus gros contributeur de la liste orientée conception, avec 7% (602/8955) des messages à lui seul.

Ces résultats montrent que la participation globale des utilisateurs est importante dans les deux listes, mais que ce sont des participants occasionnels. Les développeurs sont également présents dans les deux listes et sont pour la plupart des participants forts et réguliers, cependant ils semblent moins impliqués individuellement dans la liste orientée conception, dans laquelle ils postent près de deux fois moins de messages chacun que dans la liste orientée usage. Au contraire, les administrateurs et le chef de projet qui sont, eux aussi, des participants forts et réguliers dans les deux listes, sont plus impliqués dans la liste orientée conception.

Ces résultats traduisent, sans doute, une complémentarité entre les développeurs, les administrateurs et le chef de projet : les développeurs, qui sont des participants avancés du projet, en termes de compétences techniques, passent plus de temps à répondre et orienter les utilisateurs sur la liste orientée usage Mahendran (2002). Les administrateurs et le chef de projet se concentrent quant à eux sur les discussions de conception.

Statuts et participation aux discussions PEPs

Nous nous intéressons maintenante plus spécifiquement à la participation aux discussions de conception, en fonction des statuts. Les tableaux suivants présentent la distribution des effectifs de participants et de messages postés en fonction des statuts sur la liste orientée usage (Tableau 9) et la liste orientée conception (Tableau 10), pour les discussions PEPs seules.

Liste orientée usage et discussions PEPs	Effectif participants	Effectif messages	Messages par participant
PL	0	0	0
A	3 *(2%)*	15 *(2%)*	5
D	11 *(6%)*	81 *(12%)*	7
U	154 *(92%)*	603 *(86%)*	4
Total	*168*	*699*	*4*

Tableau 9 Distributions des participants et du nombre de messages postés, en fonction du statut, sur la liste orientée usage pour l'année 2004

Liste orientée conception et discussions PEPs	Effectif participants	Effectif messages	Messages par participant
PL	1 *(<1%)*	127 *(8%)*	127
A	5 *(3%)*	198 *(12%)*	40
D	30 *(19%)*	488 *(31%)*	16
U	123 *(77%)*	766 *(49%)*	6
Total	*159*	*1579*	*10*

Tableau 10 Distributions des participants et du nombre de messages postés, en fonction du statut, sur la liste orientée conception pour l'année 2004

Dans un premier temps, on s'intéresse aux différences de participation en fonction du statut entre les discussions PEPs et l'ensemble des discussions. Les distributions en termes d'effectifs de participants et de messages en fonction du statut sont différentes, entre les discussions PEPs et l'ensemble des discussions pour la liste orientée usage[56]. Sur la liste orientée conception, la distribution en termes d'effectifs de participants est différente en fonction du statut (χ^2= 12; ddl=3 ; p<0,0001), mais elle est la même en termes de nombre de messages postés (χ^2= 4,5; ddl=3 ; p>0,05).

Les différences mises en évidence par les taux de liaison (Tableaux 17 à 20 en annexe) entre l'ensemble des discussions et les discussions PEPs concernent principalement les administrateurs et les développeurs qui ont tendance à être plus nombreux dans les discussions de conception sur les deux listes[57]. Les administrateurs ont également tendance à poster plus de messages dans les discussions PEPs sur la liste orientée usage[58].

[56] χ^2=24, ddl=3, p<0,0001 pour les effectifs de participants et χ^2=78, ddl=3, p<0,0001 pour le nombre de messages)

[57] Les liaisons globales entre les effectifs de participants en fonction du statut et la liste sont faibles pour la liste usage (V^2 Cramer=0,01) et pour la liste conception (V^2 Cramer=0,02).

[58] Les liaisons globales entre les messages postés par statut et la liste sont faibles pour la liste usage (V^2 Cramer=0,01) et pour la liste conception (V^2 Cramer<0,01).

Si l'on s'intéresse maintenant aux différences spécifiques entre les listes orientées usage et conception pour les discussions PEPs, on voit que les distributions en termes d'effectifs et de messages sont différentes entre les deux listes pour ces discussions (χ^2=13 ; ddl=3 ; p<0,0001 pour les effectifs et χ^2=299 pour les messages dans tous les cas; ddl=3 ; p<0,0001).

Les administrateurs et les développeurs :

- ont tendance à être des participants réguliers et forts, dans les deux listes[59] (Tableaux 21 à 24 en annexe) ;
- ont tendance à être plus nombreux et à participer davantage aux discussions PEPs sur la liste orientée conception, de même que le chef de projet[60] (Tableaux 25 et 26 en annexe) ;
- les onze développeurs qui participent à la liste orientée usage, participent également à la liste orientée conception : ce sont tous des participants communs. Sur la liste orientée conception, ces développeurs communs participent plus que les autres développeurs : ils postent près d'1/5 (307/1579) des messages de la liste orientée conception alors que les autres développeurs n'en postent qu'1/10 (181/1579). De même, ils postent individuellement près de 30 messages alors que les autres développeurs n'en postent que 10 (Tableau 28 en annexe).

Les utilisateurs:

- ont tendance à être des participants faibles et occasionnels sur la liste orientée conception (il n'y a pas de tendance particulière sur la liste orientée usage) ;
- sont présents dans les mêmes proportions sur les deux listes, mais ont tendance à participer davantage à la liste orientée usage ;
- 1/4 de ces utilisateurs (40/154) sont des participants communs aux deux listes sur les discussions PEPs. Sur les deux listes, ils participent plus que les autres utilisateurs car ils postent individuellement plus de 10 messages contre respectivement 2 et 4 pour les autres utilisateurs sur la liste orientée usage et la liste orientée conception (Tableaux 27 et 28 en annexe).

[59] La liaison globale entre statut et niveau de participation est faible sur la liste orientée usage (V^2 Cramer=0,02) et intermédiaire sur la liste orientée conception (V^2 Cramer=0,06).
[60] Les liaisons globales entre les effectifs (participants et messages) en fonction du statut entre les deux listes sont intermédiaires (V^2 Cramer=0,04 pour les participants et V^2 Cramer=0,13 pour les messages).

Synthèse

L'ensemble des résultats de cette section met en évidence que les utilisateurs sont globalement les participants principaux sur les listes orientées usage et conception. Cependant, leur contribution individuelle est faible par rapport à celle des développeurs et des administrateurs. De plus, la participation forte des utilisateurs est moins nette en ce qui concerne les discussions PEPs.

Les développeurs sont également présents sur les deux listes et sont pour la plupart des participants forts et réguliers. Ils sont moins impliqués individuellement sur la liste orientée conception que sur la liste orientée usage, sauf dans le cas des discussions PEPs.

Les administrateurs et le chef de projet qui sont, eux aussi, des participants forts et réguliers sur les deux listes, semblent plus impliqués sur la liste orientée conception et cela pour l'ensemble des discussions comme pour les discussions PEPs. Le chef de projet est par ailleurs le participant le plus prolifique sur la liste orientée conception.

Ces résultats soulignent la complémentarité du chef de projet, des administrateurs et des développeurs : les développeurs participent individuellement fortement à la liste orientée usage ; les administrateurs et le chef de projet sont plus présents sur la liste orientée conception.

Enfin, ces résultats soulignent la présence de participants communs aux listes orientées usage et conception (utilisateurs, développeurs et administrateurs) qui contribuent plus que les autres participants dans les deux listes, ce qui souligne l'importance de ce rôle interactif particulier.

2.4 Analyse globale des PEPs

Une autre question concernant la caractérisation de la participation et de l'ouverture du processus de conception concerne l'implication des participants dans les propositions de nouvelles fonctionnalités (PEPs). Pour répondre à cette question, nous nous intéressons dans un permier temps au lien éventuel entre le statut du champion des PEPs et leur issue (PEP accepté, rejeté ou différé). Puis, nous considérerons le lien éventuel entre ces issues et une association des utilisateurs au processus à travers sa discussion sur la liste orientée usage (celle qui rassemble potentiellement les utilisateurs du projet).

Un processus de conception ouvert

La Figure 6 présente le lien entre le statut du champion des PEPs et l'issue des PEPs (accepté, rejeté ou différé) (Tableau 29 en annexe).

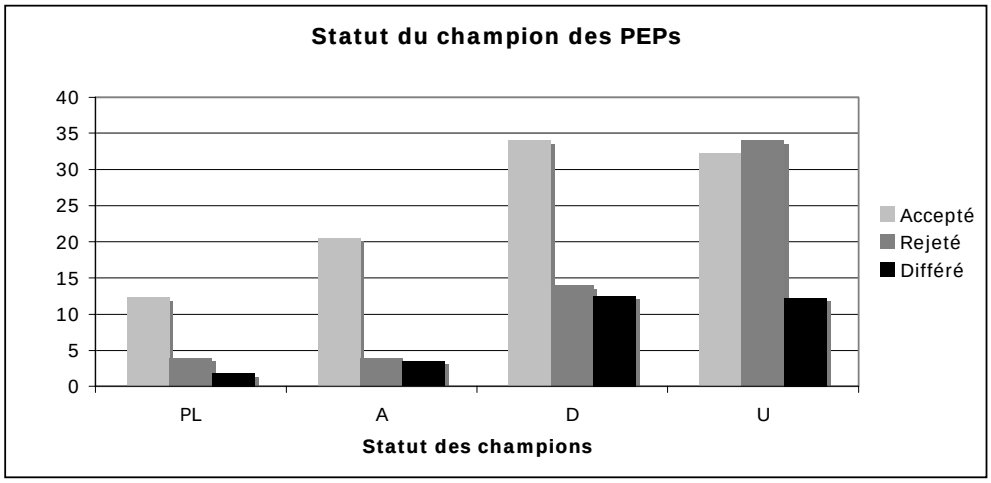


Figure 6 Lien entre le statut du champion des PEPs et le type de PEP

Cette figure permet de mettre en évidence qu'environ la moitié des PEPs de conception sont acceptés (99/185 ; 54%). On trouve 98 champions différents pour ces PEPs, dont 1/3 (28/98) contribue à 65% des PEPs.

On observe que le chef de projet est responsable de 10% des PEPs à lui seul (18,18/185), l'ensemble des administrateurs 15% (28/185), les développeurs 32% (60,5/185) et les utilisateurs 42% (78, 32/185).

Concernant les PEPs acceptés, un tiers ont des champions utilisateurs et un autre tiers ont des champions développeurs. Ces résultats confirment la relative ouverture du processus de conception.

Cependant, les taux de liaison (Tableau 30 en annexe) révèlent que les PEPs dont les champions sont des utilisateurs ont tendance à être rejetés plus que les autres, alors que les PEPs dont les champions sont le chef de projet et les administrateurs ont tendance à être acceptés[61]. Ceci nuance donc l'ouverture du processus de conception.

Cette différence pourrait être expliquée par une méconnaissance du processus PEP, des règles du projet ou encore des difficultés à créer le consensus et à obtenir le soutien nécessaire. Ces méconnaissances pourraient constituer une barrière à la participation des utilisateurs à ce processus.

Des PEPs discutés sur les listes orientées usage et conception

Pour préciser l'implication des utilisateurs dans le processus PEP, nous avons identifié les PEPs qui sont discutés sur la liste orientée conception, sur la liste orientée usage et sur les deux listes (Figure 7 ; Tableau 31 en annexe).

[61] La force de la liaison entre le statut du champion du PEP et l'issue du PEP est intermédiaire (V^2 Cramer=0,04).

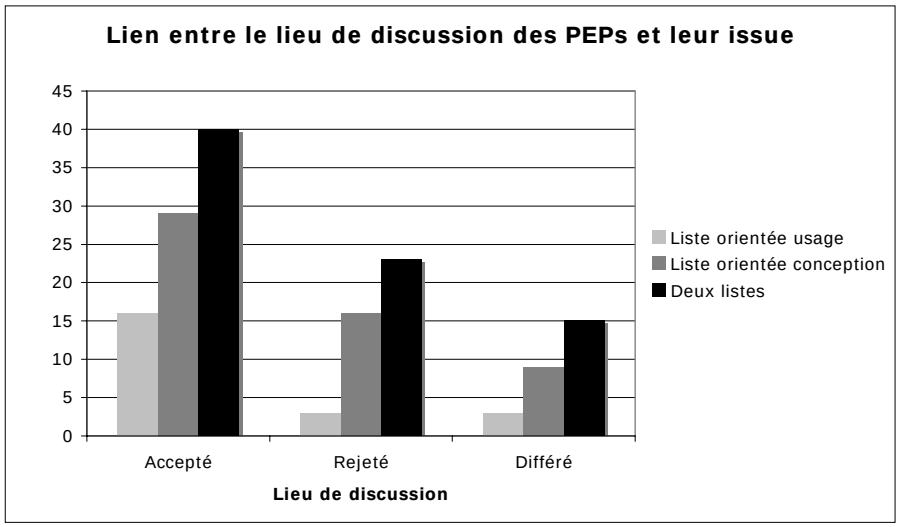


Figure 7 Lien entre l'issue d'un PEP et les listes dans lesquelles ils sont discutés

La majorité des PEPs de conception (51%, 78/185) sont discutés sur les deux listes, 1/3 (54/185) uniquement sur la liste orientée conception, et 12% (22/185) sur la liste orientée usage. Par ailleurs, 17% (31/185) des PEPs de conception ne sont discutés dans aucune de ces deux listes.

Concernant les PEPs acceptés, 1/3 (29/85) sont discutés uniquement sur la liste orientée conception, ce qui signifie que la grande majorité des PEPs sont discutés sur la liste orientée usage et/ou sur les deux listes[62]. Dans ce sens, l'analyse du taux de liaison (Tableau 32 en annexe) souligne que les PEPs qui ont tendance à être acceptés sont ceux qui sont discutés sur la liste orientée usage.

Ces résultats soulignent que la liste orientée conception n'est pas le lieu unique de discussions des problématiques de conception et que les utilisateurs sont associés à ce processus, ce qui semble d'ailleurs favoriser l'acceptation des PEPs.

3 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons mis en évidence que le projet Python est relativement stable en termes de nombre de participants et de messages postés depuis 2001. De plus, son nombre de développeurs statutaires n'a cessé d'augmenter selon un processus d'évolution qui a été, en partie, mis en évidence par Ducheneaut (2005).

Concernant les discussions en ligne du projet Python, nous avons montré qu'elles présentaient, dans leur ensemble, des caractéristiques en termes de participation similaires aux discussions ouvertes, tel que cela a été mis en évidence dans le champ de la CMO (p.ex. Herring, 1999) : elles sont en particulier dominées par 1/4 de participants postant la quasi-totalité des messages. Cependant, les discussions PEPs, que l'on assimile à des discussions de

[62] La liaison entre le lieu de discussion des PEPs et leur issue est faible (V^2 Cramer=0,01)

conception, semblent avoir des propriétés particulières car elles sont dominées moins nettement par les participants forts, traduisant une implication plus large de participants occasionnels. Les analyses que nous mettrons en œuvre dans l'étude synchronique (chapitre 9) permettront de préciser ces propriétés, en particulier en ce qui concerne la dynamique thématique de ces discussions de conception.

Concernant le statut des participants, nous montrons que les discussions en ligne, sur les deux listes, sont dominées globalement par les utilisateurs, en termes de nombre de participants et de messages. Cependant leur contribution individuelle est plus faible que celles des développeurs et des administrateurs. Les utilisateurs participent également aux discussions PEPs, mais leur implication est moins forte dans ces discussions. Par ailleurs, nous montrons qu'1/3 des champions des PEPs du projet sont des utilisateurs, même si leurs PEPs ont une plus grande tendance à être rejetés que les autres.

Par ailleurs, plus de la moitié des développeurs participent aux discussions en ligne du projet, et ils sont individuellement des participants prolifiques, en particulier sur la liste orientée usage. Par contre, ils ont tendance à participer davantage sur la liste orientée conception concernant les discussions PEPs.

Sur la liste orientée conception, ce sont les administrateurs et le chef de projet qui sont les participants individuels les plus prolifiques et ceci quelles que soient les discussions. Ce résultat traduit une complémentarité, en termes de participation, entre les développeurs sur la liste orientée usage et les administrateurs sur la liste orientée conception.

Le chef de projet, quant à lui, participe peu à la liste orientée usage. En revanche, il est le participant le plus prolifique sur la liste orientée conception.

Enfin, nous mettons en évidence que les participants communs (utilisateurs, développeurs, administrateurs) participent plus que les autres, traduisant l'importance potentielle de ce rôle interactif.

Ces résultats permettent de borner un ensemble d'une cinquantaine de personnes participants régulièrement et fortement aux discussions de conception (discussions PEPs). Les rôles (interactif, cognitif et épistémique, de coordination, et socio-relationnel) de ces participants dans le processus de conception seront analysés plus finement dans l'étude synchronique (chapitre 9) et l'étude diachronique (chapitre 10). Cette étude nous permettra, par ailleurs, de clarifier les phases du processus PEP qui sont discutées sur les listes orientées usage et conception. En effet, nous avons a mis en évidence leur non-neutralité du point de vue de l'issue des PEPs.

Chapitre 8 Frontières, conscience du projet et barrières à la participation dans le projet Python

Ce chapitre a pour objectif de clarifier les frontières du projet Python et de ses domaines d'application. Un deuxième objectif concerne la caractérisation de la conscience du projet (conscience sociale et conscience du processus de conception). Il s'agit de préciser la conscience qu'ont les participants des différents rôles dans le projet, et d'identifier ces rôles (conscience sociale). Il s'agit également de mettre en évidence la conscience développée par les participants concernant le processus de conception, en particulier les mécanismes de propositions de nouvelles fonctionnalités à l'œuvre dans le projet Python. Enfin, un troisième objectif est d'identifier les stratégies mises en place par les participants pour se construire ces consciences, ainsi que les limites de ces stratégies.

1 Méthode : entretiens semi-dirigés

Pour répondre à ces objectifs nous avons réalisé des entretiens semi-dirigés avec des participants au projet Python. Dans une première section, nous présenterons les interviewés et les modalités de passation des entretiens. La deuxième section présente les analyses que nous avons réalisées à partir de ces entretiens. Enfin, la troisième section présente la confrontation de la modélisation des frontières du projet Python, que nous avons réalisée pour la valider.

1.1 Modalités de passation et sélection des interviewés

Nous avons réalisé 14 entretiens semi-dirigés avec dix utilisateurs, trois développeurs, et le chef de projet du langage Python, en France et à l'étranger (Etats-Unis, Argentine, Australie).

Tous les entretiens ont été enregistrés et transcrits (Tableau 11):

- six entretiens ont eu lieu en face à face (cinq en français et un en anglais) ;
- cinq entretiens ont eu lieu en français et par téléphone ;
- trois entretiens « épistolaires » ont été réalisés par échange de courriers électroniques ;

Une première série de dix entretiens a eu lieu entre novembre 2005 et janvier 2006. L'entretien avec le chef de projet a eu lieu en juillet 2006 lors de la conférence Europython'06. Une troisième série de trois entretiens par courrier électronique a eu lieu en mai 2006 et en mai 2008. Les entretiens en face à face duraient de une à deux heures chacun. Les entretiens épistolaires ont consisté en des échanges de 3 à 4 messages avec les interviewés. L'ensemble des données recueillies correspond à environ 5500 lignes de texte.

Statut des interviewés dans Python	Effectif	Modalités	Période
Utilisateurs	5	Français en face à face	novembre 2005 à janvier 2006
Utilisateurs	5	Français par téléphone	novembre 2005 à janvier 2006
Chef de projet	1	Anglais en Face à face	Juillet 2006 (Europython)
Développeurs	3	Epistolaires en anglais	mai 2006 et mai 2008

Tableau 11 Statut des interviewés et modalités de passation des entretiens

Les interviewés ont été sélectionnés suivant différentes modalités.

En France, nous avons pris contact avec les président et vice-président de l'Association Française de Python (www.afpy.org), nous avons également pris plusieurs contacts lors de la session Python des Rencontres Mondiales du Logiciel Libre 2005 dans laquelle nous sommes intervenus. A chaque nouvel entretien, les interviewés nous conseillaient, ensuite, des personnes pertinentes à contacter, selon eux.

Par ailleurs, nous avons contacté plusieurs autres participants sur la base d'observation de l'espace de discussion du projet (python-list, python-dev, python-fr) : un utilisateur francophone de Python ayant déjà soumis un PEP, et des développeurs participant aux processus de conception que nous avons étudié.

1.2 Analyse qualitative du thème des entretiens

Ces séries d'entretiens abordaient les thèmes suivants :

- le profil des participants : formation initiale, expérience professionnelle, expérience et participation dans des projets LOS, situation professionnelle actuelle, motivations à contribuer au monde du libre…;
- les formes de participation au projet Python : statut, domaine d'application, types de contributions (rapport de dysfonctionnement, patch, module, participation aux listes de discussion, proposition de PEP éventuelles) ;
- la vision de la communauté et les formes de participation des autres ;
- les stratégies de maintien de la conscience du processus de conception;
- les besoins d'ajouts de fonctionnalités dans Python qui ont été marquants pour l'interviewé.

Pour chacun des entretiens, nous avons réalisé une analyse qualitative des thèmes abordés par les interviewés, dans une approche ascendante. Les premières lectures des entretiens ont permis de dégager cinq principaux thèmes en lien avec notre objectif de recherche :

- les formes de participation des interviewés au projet Python : leur statut, leurs activités, les domaines d'application dans lesquels ils évoluent, et les listes de discussion auxquelles ils participent ;
- la conscience qu'ils ont des rôles dans le projet (conscience sociale) : intitulé du rôle et règles de reconnaissance de ces rôles ;
- la conscience qu'ils ont du processus de conception et des besoins d'ajouts de fonctionnalités : les règles encadrant la conception et les mécanismes soutenant les demandes d'ajouts de fonctionnalités ;
- les stratégies qu'ils mettent en place pour construire et maintenir la conscience sociale et celle du processus de conception ;
- les barrières éventuelles à la participation au projet Python ainsi qu'à la construction et au maintien de la conscience du projet.

Puis, nous avons catégorisé les réponses des interviewés en fonction de ces thèmes principaux. Pour chaque thème, nous pouvons ainsi caractériser des formes de participation, des représentations et des stratégies des participants. Il ne s'agit pas de faire une analyse de la fréquence de tel ou tel thème mais bien de mettre en évidence ses différentes caractéristiques.

Ces caractéristiques seront illustrées par des verbatims de participants.

1.3 Confrontation à la modélisation du projet Python

La première série d'entretiens nous a permis de dégager une représentation de ce que nous appelons la « Galaxie Python », à savoir le langage Python et ses domaines d'application, que nous détaillerons dans la section suivante. Cette représentation a été présentée aux interviewés lors des deux séries d'entretiens suivantes.

Cinq confrontations ont été réalisées, en face à face, lors de la conférence Europython'06, à laquelle nous avons participé (Barcellini et al., 2006). Deux ont été réalisées par messagerie électronique. Nous fournissions aux participants une représentation papier de la galaxie et il leur était demandé de la commenter et de l'annoter ; pour les entretiens réalisés par messagerie électronique, la figure était envoyée en pièce jointe au message, tel que décrit par les consignes suivantes :

- consigne face à face : « *Je vais vous présenter une représentation de la communauté Python que j'ai réalisée sur la base d'entretiens avec d'autres participants. Je souhaite savoir si cette représentation correspond à la façon dont vous voyez la communauté ou non. Vous pouvez annoter ou refaire cette représentation.* »
- consigne message électronique : *« The figure joined (python-galaxy) is a view of the Python project. Is this figure representative of the way you see the Python project? Can you explain why? (If you have the possibility you can also directly annotate the figure and send it back to me).*»

Sept participants ont ainsi commenté cette figure (le chef de projet, deux développeurs et quatre utilisateurs).

2 Résultats

Dans une première section, nous présenterons la modélisation du projet Python élaborée à partir des entretiens. Les deux sections suivantes porteront sur la conscience sociale et la conscience du processus de conception qu'ont développées les interviewés. Enfin, les deux dernières sections s'intéresseront, d'une part, aux stratégies mises en œuvre pour construire et maintenir ces consciences, et d'autre part aux barrières à la participation au projet et à la mise en œuvre de ces stratégies.

2.1 Modélisation du projet Python : un projet constitué de communautés liées aux intérêts et aux activités des participants

Cœur du langage et domaines d'application

L'analyse du profil des interviewés permet de borner le projet Python et ses domaines d'application. Le Tableau 33 en annexe récapitule le profil des personnes interviewées :

- dix d'entre elles sont des utilisateurs du langage Python : sept travaillent dans des instituts de recherche (nucléaire, biologie, informatique) et trois dans des sociétés de services de logiciels libres (formation et conseil autour de Python, développement d'applications en Python). Ils appartiennent à divers domaines d'application : le calcul scientifique, le Web, la biologie ;
- trois autres interviewés sont développeurs du langage Python. Ils travaillent dans des sociétés informatiques liées au Web;
- le chef de projet travaille pour Google et peut, de manière contractuelle, consacrer 50% de son temps de travail à la conception de Python, dont Google se sert.

En combinant ces résultats portant sur les domaines d'application dans lesquels évoluent les personnes interviewées, avec des traces du site Python, nous avons construit une première représentation de la galaxie Python et ses frontières. Cette représentation a ensuite été affinée à l'aide des confrontations.

La Figure 8 représente le projet Python, le cœur du langage au centre, des modules indépendants autour, puis les domaines d'application du langage.

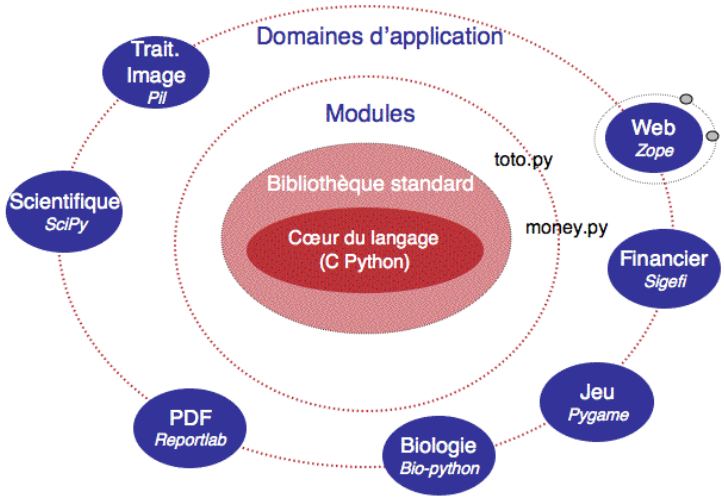


Figure 8 Le projet Python : cœur du langage et domaines d'application

Le cœur du langage est la version stabilisée de Python qui est téléchargeable sur Internet et mise à jour régulièrement. Sur la base de ce langage, certains participants peuvent concevoir des modules qui ne sont pas intégrés dans la bibliothèque standard, mais qui sont parfois disponibles sur leurs sites personnels, ou dans un répertoire dédié sur le site du projet Python (appelé espace « modules » sur la figure).

Autour de ce cœur, les participants du projet peuvent être impliqués dans des ensembles structurés de modules indépendants du cœur de Python (appelés *standalone packages*) qui pourront être utilisés dans divers domaines d'application (Web, finance, jeu, calcul scientifique…). Ils correspondent aux différents domaines d'intérêt des participants au projet.

Certains de ces ensembles peuvent être des projets disposant de leurs propres sites et/ou de leurs espaces dédiés sur les plateformes d'hébergement. Ces projets pourraient être, eux aussi, divisés en cœur et applications.

Les entretiens soulignent l'importance de ces bibliothèques, incluses ou non dans la bibliothèque standard, pour les utilisateurs de Python.

> *« Les bibliothèques (de la bibliothèque standard) c'est l'ensemble des modules qui sont livrés avec Python, elles sont développées de façon indépendante, puisque techniquement elles sont séparées. Mais on reconnaît aujourd'hui que c'est ça qui fait l'attrait de Python (…) les changements d'une version à l'autre, ça concerne beaucoup plus les bibliothèques que le langage… »* Ancien développeur de Python, développeur dans le domaine du calcul scientifique (NumPy, SciPy…).

Utilisateurs et développeurs

Le cœur du langage Python est, en principe, le domaine des développeurs de Python, qui sont impliqués dans la conception du langage de programmation et de sa bibliothèque de fonctionnalités principales (bibliothèque standard). Ces développeurs et les autres utilisateurs de Python évoluent dans les domaines d'application, compte tenu de l'usage qu'ils font du langage.

Les entretiens nous permettent de mettre en évidence que tous les utilisateurs du langage que nous avons interviewés sont des développeurs de bibliothèques dédiées à des domaines d'application spécifiques (Web, financier, jeux). Ils se considèrent comme des utilisateurs de Python, et comme des développeurs de ces bibliothèques.

> *« Les utilisateurs de Python sont des développeurs qui vont se servir de Python pour créer des produits qui vont eux-mêmes avoir des utilisateurs. Ce ne sont pas les développeurs du langage, mais ce sont des développeurs qui utilisent le langage (…) alors je me sens faisant partie de la communauté des utilisateurs de Python, je ne me sens pas faire partie de la communauté des gens qui font évoluer le langage. »*
> Utilisateur de Python et développeur de bibliothèques dans le domaine du calcul scientifique.

C'est la liste orientée usage (*python-list*) qui centralise les questions des utilisateurs, relatives à ces divers domaines d'application.

Ces résultats mettent en évidence que la conscience de la distinction développeurs-utilisateurs, pour les interviewés, est relative à l'activité mise en œuvre par rapport au langage : utilisation et/ou implémentation du langage Python et sa bibliothèque standard (cœur du langage ou noyau dur). Le statut de développeurs reste assez mal défini pour les participants: pour certains il s'agit des participants à la liste orientée conception, d'autres font référence aux droits statutaires de modification du code, d'autres évoquent la participation à la fondation Python. Le chef de projet considère comme développeur, toute personne qui contribue de manière significative à l'implémentation du langage et de sa bibliothèque standard. Il s'agirait donc d'un rôle correspondant plus ou moins aux statuts liés aux droits, ou non, de modification du code.

Ce résultat traduit le flou qui existe entre les activités des développeurs et celles des autres participants pouvant potentiellement prendre part aux processus de conception. Ce flou nous a imposé de prendre une définition stricte de ceux que nous considérons comme des développeurs reconnus statutairement (développeurs statutaires et/ou membres de la fondation Python). Il souligne également la nécessité de s'intéresser aux activités de conception (génération de solutions, proposition, clarification, coordination) des développeurs, et des autres participants, et de les articuler avec leur statut. Ce point est accentué par le fait que nous avons montré au chapitre précédent que des utilisateurs sont impliqués dans les discussions de conception.

2.2 Conscience sociale et rôles des participants

Dans cette section, nous nous intéressons à la perception qu'ont les participants du rôle des participants dans ces différents domaines. L'analyse des entretiens nous permet de dégager plusieurs rôles identifiés par les participants : des rôles interactifs liés à la participation à des listes spécifiques, des super-experts, et des acteurs d'interface potentiels. Il n'y a aucun statut qui soit formellement identifié par les participants à l'exception de celui de chef de projet.

Le chef de projet

Le chef de projet est le seul statut reconnu par l'ensemble des participants interviewés ; il s'agit de Guido van Rossum en ce qui concerne Python, mais également des chefs d'autres projets auxquels les interviewés participent :

> *« Guido van Rossum (inventor and chief architect) is the "Benevolent Dictator for Life" (BDFL) with veto rights over anything. »* Développeur de Python, participant python-dev et python-list.

Certains interviewés soulignent que ce statut est basé sur la reconnaissance des compétences du chef de projet, et ses activités de prises de décisions, ce qui correspond en partie au profil de leader :

> *« Je ne sais pas quel est le rôle de Guido (…), j'ai l'impression qu'il est plutôt à l'extérieur et qu'il joue plutôt l'arbitre par rapport aux gens… »* Utilisateur de Python, participant à python-fr, et développeur dans le domaine de la visualisation scientifique et l'éducation (V-Python).

Ces éléments confirment ce qu'avait mis en évidence l'étude ethnographique de Mahendran (2002) : Guido van Rossum semble donc avoir un profil de leader dans le projet, même si certains membres du projet lui reprochent une attitude qui semble dictatoriale, ou décrivent le processus de conception de Python comme un processus d'influence du chef de projet. Une analyse plus fine du processus de conception, nous permettra de vérifier qu'il s'agit plus d'un processus de recherche de consensus auprès des participants.

Rôles cognitif, épistémique et super-experts

Sur la base de l'analyse des entretiens, nous déterminons deux règles de reconnaissance du rôle des autres participants au projet par les interviewés: leurs activités manifestes et leurs expertises dans des domaines particuliers.

Les activités manifestes permettent de déterminer:

– des rôles interactifs liés à la participation, ou non, à certaines listes du projet (listes de Python ou des domaines d'application dans lesquels les participants sont impliqués) ou à la qualité technique des réponses, par exemple le rôle de « robot » :

> *« Ou alors il y a une personne qui construit tellement bien ses réponses qu'il est appelé un « 'bot » un robot : qui écrit, qui scanne tout ce qui est dans la liste Python*

et qui automatiquement envoie les bonnes réponses» Utilisateur de Python, développeur dans le domaine du Web.

- des rôles cognitif et épistémique à travers la mise en œuvre des différentes activités de conception logicielle, concernant Python, ses bibliothèques ou ses applications (rapport de dysfonctionnement, tri des rapports de dysfonctionnement, écriture et soumission de patchs, vérification de la qualité des patchs, documentation, gestion des versions) ;
- des super-experts à travers l'expertise des participants dans un ou des domaines particuliers (Sonnentag, 1998 ; Curtis et al., 1987). Dans ce cas, les rôles sont personnalisés, c'est-à-dire que l'on fait référence au nom d'une personne. L'ensemble des participants a recours à cette personnalisation. Elle est associée au domaine de compétences de la personne, voire au contexte dans lequel elle participe à Python (elle travaille dans telle société, elle fait une thèse…). Nous dégageons ainsi une liste de noms revenant fréquemment qui contient cinq des six administrateurs (Tim Peters, Martin von Loewis, Frederik Drake, Barry Warsaw, Jeremy Hilton) et quatre développeurs de Python (Alex Martelli, Marc-André Lemburg, Frederick Lundh, Andrew Kuchling).

Acteurs d'interface et participants communs

Des interviewés font référence à des rôles orientés vers la médiation, et d'autres plus socio-relationnels orientés vers le soutien ; rôles qui correspondent potentiellement des acteurs d'interface :

- des rôles de relais d'informations ;

  « Il y a des gens dont la contribution principale est d'être là et de parler à tout le monde, le relais d'information qui parle à tout le monde et qui propage les idées. Dans pratiquement toutes les communautés, on trouve ça. Ce ne sont pas forcément les gens qui écrivent le code, ils sont simplement communicateurs. » Ancien développeur de Python, développeur dans le domaine du calcul scientifique.

- des rôles de soutien, notamment dans les propositions de nouvelles fonctionnalités ;

  « Mais il faut avoir un support. On commence à chercher des gens qui ont les mêmes intérêts et après on fait un PEP à deux ou trois c'est déjà mieux. ». Ancien développeur, développeur dans le domaine du calcul scientifique.

- des participants communs entre la liste orientée usage et la liste orientée conception, dont nous avons vu au chapitre précédent qu'ils participaient davantage que les autres ;

  « So what happens is that if particular needs keep coming back in the users-list then usually some senior people that are also in the developers-list, so eventually someone comes to the developers-list and says there are frequent discussions about this issue » Chef de projet.

- des *évangélistes* qui promeuvent la diffusion de Python à travers l'écriture de livres, l'organisation de conférences.

Ces entretiens confirment la présence des mêmes rôles clés dans le processus de conception LOS qu'en conception traditionnelle : chef de projet, super-experts et acteurs d'interface potentiels. Une analyse plus fine des activités nous permettra de clarifier ces rôles dans le processus de conception continu.

2.3 Conscience du processus de conception

Dans cette section, nous mettons en évidence la conscience qu'ont les participants des règles encadrant le processus de conception, et des mécanismes d'ajout de fonctionnalités au projet Python.

Règles encadrant le processus de conception

L'analyse des entretiens nous permet de dégager deux types de règles qui encadrent le processus de conception : des règles sociales mais également des règles liées à des contraintes techniques.

Les règles sociales renvoient :

- au respect des règles de conception spécifiques au projet. Certaines de ces règles sont décrites dans le document « The Zen of Python »[63] (disponible en annexe de ce chapitre) ;

  « Je me suis fait engueuler une fois parce que j'avais soumis une bogue sans avoir discuté avant pour savoir si c'était une bogue ou pas, là ça dépend vraiment des pratiques sociales. » Utilisateur de Python, développeur d'un projet OS basé sur Python.

- à la valorisation de la production de code informatique ;

  « La manière la plus efficace (de faire accepter une nouvelle fonctionnalité) c'est de la programmer soi même. C'est clair qu'il y a une tendance à valoriser les contributions sous forme de code. (…)» Utilisateur de Python, développeur d'un projet OS basé sur Python.

- à la constitution de coalitions comme pré-requis pour faire valoir une nouvelle idée de conception. Ce point va de pair avec la nécessité d'être soutenu dans le processus de conception ;

  «Ou je le fais moi même ou je connais des gens, je sais que trois autres vont participer. Je monte un petit groupe ; je cherche des gens qui sont intéressés et qui sont prêts à le faire» Ancien développeur, développeur dans le domaine du calcul scientifique.

[63] The Zen of Python a été écrit par Tim Peters un administrateur.

- et enfin à des mécanismes d'évolution et de progression dans le projet basé sur la cooptation.

> *« le noyau le plus dur ça serait les gens qui travaillent sur l'interpréteur du langage, qui sont ceux qui ont le droit de modifier le code. Quand quelqu'un fait beaucoup de contribution, on lui dit 'tu veux pas le faire toi-même' ». Ca fonctionne par cooptation. »* Ancien développeur de Python, développeur dans le domaine du calcul scientifique.

Les régles liées aux contraintes techniques renvoient à des problématiques de compatibilité des nouvelles versions de logiciel avec les anciennes (« backward compatibility ») mais également de généricité des fonctionnalités introduites, de robustesse aux tests unitaires[64], de qualité de la documentation.

> *« On s'était à moitié engueulé sur des mailing lists (avec Martin) (…) Il y avait eu des changements, qui avaient été apportés à la bibliothèque, qui nous avaient cassé trois mois de boulot, j'étais un peu énervé. »* Utilisateur de Python, développeur dans le domaine du calcul scientifique.

> *« So for new features, especially language features, the bar is very high they have to sort of not disturb anything that you can currently do and they have to solve a real need for the users, »* Chef de projet.

Des PEPs concernant des évolutions majeures de Python

Les interviewés décrivent plusieurs mécanismes d'évolution de Python, mais aussi des logiciels libres en général. Ces mécanismes d'évolution dépendent de la taille des projets. Dans les petits projets, les rapports de dysfonctionnements peuvent être l'occasion de faire valoir une nouvelle fonctionnalité ; dans les projets plus structurés, des processus analogues aux PEPs apparaissent. Il s'agit la plupart du temps de mécanismes en ligne, mais certains interviewés font également référence à des discussions lors de conférences.

Concernant les évolutions spécifiques à Python, plusieurs mécanismes sont mis en avant, dont le processus PEP qui concerne les modifications importantes du langage.

> *« The PEP process is there for sort of very large chunks of things. I mean language change or change of the syntax is something that definitively needs a PEP, new libraries often do not need PEPs there are a lot of features implementation that are on a smaller scale that peps. »* Chef de projet.

Les interviewés font référence à trois origines de besoins d'ajout de fonctionnalités :

- certaines sont des évolutions théoriques liées à la recherche en Informatique ;

[64] Procédé qui consiste à s'assurer qu'un module répond à ses spécifications fonctionnelles.

« Alors après Python, il a plein de choses qui viennent de... je sais pas des modes en informatique c'est un peu difficile à définir…. » Utilisateur de Python, développeur dans le domaine biologique.

« Il y a des fonctionnalités, par exemple, les décorateurs, j'ai jamais vu personne réclamer ce genre de chose, c'est déjà pour de la programmation très avancée » Utilisateur de Python, développeur dans le domaine de la visualisation scientifique.

- certaines sont des évolutions liées au domaine informatique, par exemple à des besoins provenant d'autres langages ;

  « Je pense qu'il y a des gens qui ont vu des fonctionnalités dans d'autres langages de programmation et qui ont envie de les voir en Python. Y'a eu de la demande, pour les booléens (PEP 285). Bon les booléens c'est pratiquement dans tous les langages ou les expressions conditionnelles, ça c'est les gens qui viennent du langage C qui les ont demandées ». Utilisateur de Python, développeur dans le domaine de la visualisation scientifique.

- Enfin, certaines concernent des besoins provenant de domaines d'application.

  « *Ca le calcul en décimal, le PEP 327, ça a été important pour toutes les personnes qui font la comptabilité et les financiers.* » Ancien développeur de Python, développeur dans le domaine du calcul scientifique.

  « Yeah that one (PEP 327 : introduction of decimal data type) is a good example. That is definitely something that came more from the users than from my own sort of ideas.» Chef de projet.

Ces PEPs peuvent être, en principe, défendus par toute personne du projet, ce que nous avons vérifié au chapitre précédent : des utilisateurs contribuent à la proposition de PEPs. Certains interviewés soulignent cependant qu'il peut être nécessaire d'avoir un soutien, comme nous le précisons dans la partie précédente. Cela pourrait expliqué, en partie, le fait que les PEPs des utilisateurs aient tendance à être rejetés.

Des évolutions peuvent également être introduites directement par les développeurs ou le chef de projet sur la base de retours d'expérience des utilisateurs, sur les listes de discussion ou lors de conférences.

Ces résultats confirment ceux de la littérature (Scacchi, 2001 ; German, 2003) qui soulignent l'importance des listes de discussion pour identifier les besoins d'un projet, plus que les outils tels que les logiciels de traçabilité des dysfonctionnements par exemple. Cependant, ils spécifient également la nature des besoins qui peuvent émerger des domaines d'application ou du domaine informatique à travers les listes et les processus qui sous-tendent leur acceptation (recherche de consensus, respect des règles).

2.4 Dynamique de construction de la conscience sociale et de la conscience du processus de conception

Les interviewés font référence à des mécanismes de construction et de maintien de la conscience sociale, et de la conscience du processus de conception, basés sur les traces disponibles dans les espaces d'activité (discussion, documentation et implémentation), et parfois à des rencontres en face à face lors de conférence.

Les listes de discussion semblent essentielles pour se construire à la fois une conscience sociale, et une conscience du processus de conception. Les interviewés y font référence de manière directe, ou indirecte :

- certains participants n'ont pas pu répondre à la question concernant les différents rôles du projet Python, car ils disent ne pas consulter de manière régulière les listes principales du projet (liste orientée usage et liste orientée conception) ;
- les interviewés font également référence à l'importance des listes de discussion, lorsqu'il s'agit de se maintenir au courant des évolutions du langage :

  « Ben les PEPs quand ils apparaissent, ils apparaissent sur les mailing-lists (…), c'est pour ça que je pense que c'est le meilleur moyen d'être au courant des évolutions du langage et de ce qu'il y a à faire. » Utilisateur de Python, développeur dans le domaine biologique.

Cependant, la consultation des listes n'est pas l'unique ressource pour les participants. Ils ont également recours à différents types de traces de l'espace de documentation et de l'espace d'implémentation :

- les *blog*s du chef de projet et d'autres participants reconnus comme compétents (des super-experts);
- les nouvelles et synthèses postées sur le site Python (faisant partie de l'espace de documentation) ; les nouvelles concernant les nouvelles versions du langage, appelées « what's new » :

  « Alors quand ça fait beaucoup de bruit, ça sort sur les python dayly news, sur la Daily Python URL.

  « Oui je suis sur le site, je suis allé dans python 2.3 et sur what's new ? comme ça ça permet de voir les évolutions. » Ancien développeur de Python, développeur dans le domaine du calcul scientifique.

- les documents PEPs, eux-mêmes. Les champions des PEPs, ainsi que leurs numéros, ne sont pas nommés. L'ensemble des participants a recours aux archives pour retrouver les détails et justifications de l'ajout d'une fonctionnalité ;
- le code lui-même : il contient éventuellement des « alertes» signifiant que telle ou telle fonction est amenée à disparaître ou à évoluer, les modifications du code source, et les

différents modules qui sont référencés dans des endroits dédiés du site Python (Python Package Index PyPi, Cheeseshop, Parnassus) ;

> *« Pypi and Parnassus are just ways to categorize and organize these things and they are especially important for the smaller projects. I mean, if you are a big third party python project, people know where to find you. But if you write one module that does timezone translation, or any kind of useful thing, or particular style of accounting management.... »* Chef de projet.

– le tout étant référencé sur des moteurs de recherche.

> *« J'ai aussi une alerte Google surPython. Ca vient de Google news , on peut mettre des alertes par mot-clé, j'ai une alerte sur Python donc ça m'envoie des mails automatiquement je ne perds que les news Python, en anglais… »* Utilisateur de Python, développeur dans le monde du calcul scientifique.

Ces résultats confirment que les informations relatives au processus de conception et à la conscience sociale sont distribuées dans les trois espaces d'activité, comme nous l'avons décrit dans le chapitre 1 et dans une précédente publication (Sack et al., 2006).

2.5 Des barrières à la participation et à la construction de la conscience du projet

Même si les interviewés semblent mettre en place des stratégies efficaces pour se construire des consciences des projets, l'analyse des entretiens met en évidence certaines barrières à la participation, mais également à la construction et au maintien de consciences sociales et du processus de conception, qui peuvent indirectement limiter la participation.

La principale barrière à la participation concerne les compétences en informatique dont disposent, ou non, les participants.

> *« Dans l'open source, les gens qui ne sont pas compétents ne sont pas respectés, c'est la base. »* Ancien développeur, développeur dans le domaine du calcul scientifique.

Les barrières relatives à la construction et au maintien de la conscience sociale et de la conscience du processus de conception, quant à elles, concernent :

– la quantité de données générées par les projets et le coût temporel d'investissement dans un projet

> *« Si on veut suivre tout ça (le processus de conception), ça fait la moitié d'une journée de travail. Ce qui demande le plus de travail c'est le développement de nouveaux modules.* » Ancien développeur de Python, développeur dans le domaine du calcul scientifique.
>
> *« Ouais, en fait, ce qui fait la différence entre un mec qui connaît et un mec qui connaît pas, c'est le mec qui a passé 2 ans à peaufiner ses sources, quoi. Et après, une fois que tu connais les gens importants dans la communauté, tu fais un pointeur sur*

leur blog et après voilà » Utilisateur de Python, développeur dans le domaine du web (Zope).

- la langue, et des barrières culturelles ;

  « Y'a ça aussi comme le logiciel libre se répand partout…y'a un problème auquel je suis sensible c'est l'utilisation de la langue (…) et il y a des gros biais selon les cultures là-dessus» Utilisateur de Python, développeur d'un OS basé sur Python, collaborateur à des projets libres en Afrique et en Asie.

- et enfin, la distance et les délais temporels qu'elle l'induit quant à la réalisation d'une tâche.

Ces barrières, et le manque de soutien pour les dépasser, peuvent conduire à des déficits de construction de la conscience du projet (conscience sociale, conscience du processus de conception). Certains des interviewés tentent donc de les dépasser en développant des outils permettant notamment de gérer la quantité d'information.

3 Conclusion

3.1 Communauté orientée conception, communautés orientée usage et rôles des participants dans le projet Python

La combinaison de ces résultats nous permet de préciser l'organisation sociale du projet Python. Nous identifions ainsi plusieurs communautés de pratique au sein du projet Python qui sont structurées à la fois par :

- les domaines d'intérêt des participants, l'artefact qu'ils conçoivent (cœur du langage ou bibliothèques des domaines d'application) et les listes auxquelles ils participent (liste orientée conception, liste orientée usage, liste spécifique aux domaines d'application) (Figure 9) ;
- des règles encadrant le processus de conception, mais également d'une représentation des autres membres (conscience sociale) et du processus de conception ;
- un ensemble de ressources communes aux participants et distribuées dans les espaces d'activité.

Les activités et les domaines d'intérêt dans lesquels sont engagés les participants délimitent deux communautés de pratique épistémiques différentes:

- certaines sont orientées vers l'utilisation (communautés d'utilisateurs). Leurs membres sont liés par l'usage de Python, mais dans différents domaines d'application. L'ensemble de ces communautés d'utilisateurs constituent une communauté de pratique, relative à l'échange de connaissances concernant le langage Python. Chacune des communautés dédiées aux domaines d'application constitue plus spécifiquement des communautés de

pratique épistémiques relatives à la construction et à la diffusion de connaissances de chaque domaine d'application. Ces communautés sont potentiellement marquées par des règles spécifiques. La liste orientée usage permet de fédérer les problématiques de ces différentes communautés d'utilisateurs ;

- une autre communauté est orientée vers la conception (communauté de concepteurs). Les membres de cette communauté sont liés par un objectif commun de conception du langage Python, notamment à travers le processus PEP. Cette communauté peut être composée de développeurs de Python, mais également d'utilisateurs, dont nous clarifierons les activités et les contributions dans les chapitres suivants. Cette communauté des concepteurs est structurée par la liste orientée conception.

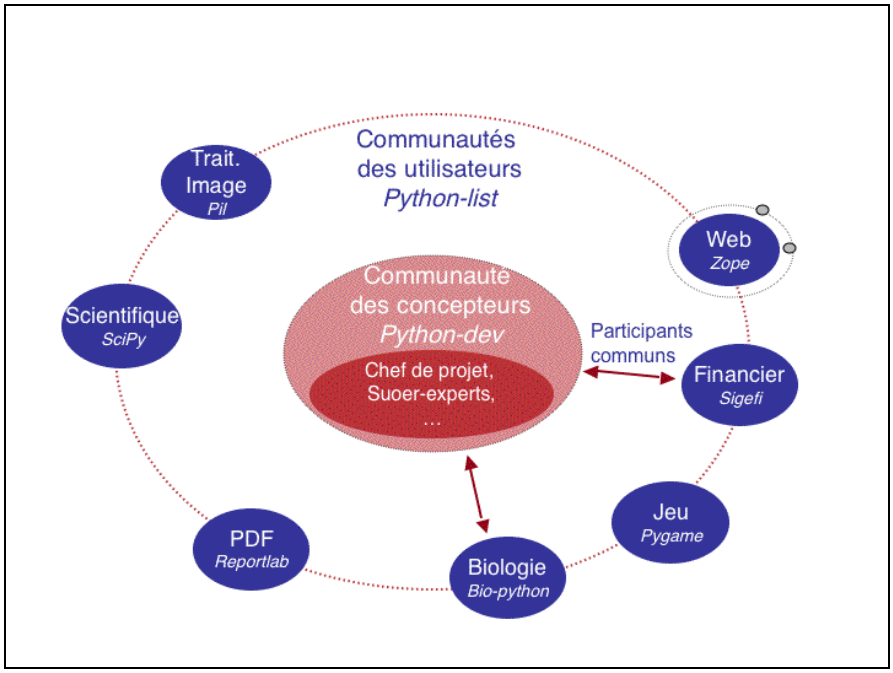


Figure 9 Communauté des concepteurs et communautés des utilisateurs de Python

Par ailleurs, trois profils ont été partiellement identifiés dans ces communautés:

- le chef de projet caractérisé par les interviewés par un rôle dans la prise de décision potentiellement lié au profil de leader;
- les super-experts caractérisés par des rôles cognitif et épistémique ;
- des acteurs d'interface potentiels :
  - des participants communs caractérisés par un rôle interactif de participation aux listes orientées usage et conception, qui font donc potentiellement le lien entre les communautés des utilisateurs et celle des concepteurs ;
  - des participants jouant des rôles de médiation orientés vers la tâche et un rôle socio-relationnel de support.

Nous analyserons plus précisément ces rôles à travers les activités que ces participants mettent en œuvre dans les processus PEP dans les perspectives synchronique (chapitre 9) et diachronique (chapitre 10).

3.2 Une construction de la conscience du projet à travers les trois espaces d'activité

Les résultats portant sur la construction et le maintien des consciences du processus de conception et des rôles soulignent l'importance des listes de discussion pour la construction de ces consciences. Dans ce sens, ils confirment les résultats de Gutwin et al. (2004) concernant la construction de la conscience de la situation chez les développeurs de LOS à travers les listes de discussion. Mais ils les étendent également en mettant en évidence d'autres mécanismes de construction de la conscience du projet basés notamment sur l'observation de l'espace de documentation du projet (site Python, abonnements à des nouvelles, *blog*s) et du code source et de ses versions (*CVS*, site de dépôt des modules).

Cette description affine également d'autres résultats portant sur les ressources des participants aux projets LOS (Scacchi, 2001) qui ne décrivaient que certains éléments de l'espace de documentation (les sites des projets par exemple).

Enfin, ces résultats confirment le modèle de distribution du processus de conception LOS dans les trois espaces sur Internet (Figure 1, Sack et al., 2006 ; Ducheneaut, 2005), puisque les participants ont recours aux traces de ces trois espaces pour se construire une conscience du processus de conception.

3.3 Barrières à la participation et performance du processus de conception LOS

Par ailleurs, les entretiens mettent en évidence des barrières à la construction de la conscience du projet et à la participation dans les projets LOS (coût temporel de participation, quantité de données à gérer, compétences, langue…). Ces barrières peuvent être rapprochées des dimensions nécessaires à une collaboration efficace à distance mises en évidence par Olson et Olson (2000). Outre l'existence au préalable d'un référentiel commun entre les concepteurs que nous avons déjà évoqué au chapitre 3, ces auteurs soulignent l'importance de la possibilité de construction de la conscience sociale et de la conscience du processus de conception. Ce sont ces consciences qui vont permettre aux personnes de participer, d'être conscients des règles de conception et des règles sociales, des tâches à prendre en charge.

Or, la construction de la conscience du projet est conditionnée par deux dimensions. D'une part, elle renvoie à la disponibilité temporelle des participants pour prendre part aux différentes activités du projet et y être intégré. D'autre part elle renvoie à la qualité des outils soutenant la construction et le maintien de la conscience du projet. Ces technologies peuvent permettre d'abaisser la barrière temporelle en proposant, par exemple, des systèmes d'organisation des informations en ligne (Barcellini et al., 2008b).

Chapitre 9 Perspective synchronique du processus de conception et de la participation

Ce chapitre aborde le processus de conception de Python dans une perspective synchronique et se centre sur deux propositions de conception provenant du domaine informatique : l'une étant défendue par un développeur et l'autre par le chef de projet. Ce chapitre répond à un double objectif. D'une part il s'agit de caractériser la dynamique thématique et temporelle des discussions de conception en ligne et du processus de conception, dont on suppose qu'elles ont des spécificités par rapport aux discussions en ligne plus ouvertes, ou aux processus de conception en face à face. D'autre part il s'agit de déterminer le rôle de différents participants en lien éventuel avec leur statut[65].

1 Méthode : analyses de traces de l'espace de discussion

1.1 Recueil et sélection des données

Choix de la période d'observation

Une des premières étapes dans l'analyse des discussions en ligne a été de circonscrire la période des discussions à analyser. Comme nous l'avons signalé, ce travail s'inscrit dans une collaboration, qui a débuté en 2002-2003, avec des chercheurs en socio-informatique de l'université de Californie de Berkeley . Grâce au travail ethnographique de Mahendran (2003) et à la thèse de Ducheneaut (2003; 2005), nous disposons de données concernant la structure sociale du projet Python à cette époque. Nous avons donc choisi, dans un premier temps, de nous intéresser à des discussions de co-conception qui se sont déroulées de mars à avril 2002 de façon à pouvoir considérer que nous avions une structure de projet analogue à celle mise en évidence dans les travaux de Mahendran (2003) et Ducheneaut (2005).

Choix des PEPs et des discussions

La première étape de sélection des données a été de collecter toutes les discussions relatives à des PEPs sur la liste de discussion orientée conception (*python-dev).* Les données ont été recueillies en recherchant le mot clé « PEP » dans le sujet des messages, de manière « manuelle ». L'annexe du chapitre 1 présente une représentation de l'archivage des discussions en fil, dans lequel on peut voir apparaître le titre des messages.

[65] Les aspects méthodologiques de ce chapitre ont été publiés dans des conférences internationales (Barcellini et al., 2005a ; 2005 e ; 2006c ; Détienne et al., 2006b) et nationales (Barcellini et al., 2005c). Certains des résultats ont été décrits dans un mémoire (Barcellini, 2005c) et dans un article de revue (Barcellini et al., 2008a). Ils ont été également discutés dans un ouvrage collectif sur les annotations (Barcellini et al., 2007a).

Entre mars et avril 2002, il y a eu 342 discussions (fils de discussions avec des sujets différents) sur la *liste orientée conception* dont 53 discussions concernaient 13 PEPs différents (751 messages de 87 auteurs différents). Cinq de ces PEPs étaient des méta-PEPs (des PEPs concernant le processus PEP) et huit concernaient des PEP de conception, qui sont ceux qui nous intéressent.

Parmi les huit PEPs de conception identifiés entre mars et avril 2002 :

- six PEPs étaient en début de discussion et ont finalement été acceptés ;
- deux PEPs étaient en fin de processus de discussion (un PEP était accepté, mais devait encore être implémenté, l'autre avait d'ores et déjà été rejeté).

Parmi les six PEPs acceptés, nous avons choisi de nous intéresser aux PEPs qui venaient d'être créés (la date de création est disponible dans l'en-tête du document PEP) pour avoir accès au premières discussions de conception. Cela nous laisse trois PEPs acceptés et en début de processus de discussion.

Parmi les trois PEPs acceptés et en début de discussion, nous avons choisi d'en étudier deux de manière à pouvoir comparer les processus ; les deux qui ont générés le plus de messages : le PEP 279 (fonction enumerate) et le PEP 285 (ajout des booléens dans le langage).

Ces deux PEPs ont, donc, le même statut (accepté puis implémenté) et en sont au même stade de discussion, mais ils diffèrent selon :

- le statut de leur champion : le PEP 279 a été proposé par un développeur et le PEP 285 par le chef de projet ;
- leur thème de conception :
  - la proposition du PEP 285 concerne l'ajout d'une fonctionnalité classique dans les langages de programmation (les booléens[66]), dont nous avons parlé en entretien. Cet ajout entraîne une problématique plus générale de compatibilité avec les versions antérieures du logiciel[67] ;
  - au contraire, la discussion PEP 279 porte sur un problème de conception plus circonscrit, dans la mesure où il s'agit principalement de trouver un nom à la fonctionnalité.

Chacun de ces PEP a engendré un fil de discussion principal, commençant par le premier message posté, appelant les commentaires des participants à la liste orientée conception, et aboutissant à un choix de conception. Les corpora que nous avons analysés (structure et contenu) se composent donc :

[66] Une fonction booléenne renvoie la valeur « vrai » ou « faux » ou encore « 0 » et « 1 ».
[67] Il s'agit d'un problème général en informatique : en mettant à jour les logiciels on doit vérifier que les modifications n'entraînent pas des dysfonctionnements dans les autres versions.

- pour le PEP 279, de 71 messages postés par 21 auteurs entre le 28 mars et le 8 avril 2002, soit 3600 lignes de texte ;
- pour le PEP 285, de 95 messages postés par 22 auteurs différents entre le 29 mars et le 5 avril 2002, soit 3500 lignes de texte.

Chacun des messages a reçu un numéro arbitraire pour permettre de les manipuler plus facilement.

1.2 Organisation thématique et chronologique des discussions de conception

La dynamique thématique et temporelle des discussions est visualisée à l'aide d'une représentation basée sur le lien de citation entre messages. De la gauche vers la droite, chaque message envoyé est relié aux messages qui le citent. Pour chaque message, on identifie le thème de conception abordé et l'empan temporel qui le sépare des messages qui le citent.

Thèmes de conception

Nous appelons thème de conception une question ou un problème de conception relatif à un aspect de la conception (Olson et al., 1992). L'identification des thèmes de conception a été réalisée par lecture du contenu des messages. Pour chacun des thèmes, nous donnons des extraits du contenu de premiers messages dans lesquels ces problèmes sont posés (Tableau 12 et Tableau 13).

Thèmes	Description	Exemples
T1	Concerne le choix d'un nom pour la nouvelle fonctionnalité. Le dénomination est un problème crucial en informatique puisque le nom est censé porter la fonction du futur code.	*I like the idea of having some way to iterate over a sequence and its index set in parallel. It's fine for this to be a builtin.I don't like the name "indexed"; adjectives do not make goodfunction names. Maybe iterindexed()?*
T2	Concerne le choix de la syntaxe pour la nouvelle fonctionnalité	*I don't like the start and stop arguments. If I saw code like this (…) Very confusing. I propose to remove the start/stop arguments, *or*change the spec to: (…).*
T3	Concerne l'utilité de l'une des parties de la fonctionnalité (« generator comprehension ») et son utilisabilité potentielle. Cette fonctionnalité sera sortie de ce PEP et fera l'objet d'un autre PEP	*Generator comprehensions: I don't think it's worth the trouble. I expect it will take a lot of work to hack it into the code generator: (…).*
T4	Concerne la gestion des erreurs à l'exécution de la fonction (comment la nouvelle fonction signalera une erreur aux utilisateurs ou aux autres parties du logiciel ?)	*Generator exception passing: This is where the PEP seems weakest. There's no real motivation (…).*
T5	Dérive thématique qui concerne un problème orthogonal (relation entre les noms de fonction « name binding » et l'espace des noms « name space »).	*Names always live in the local, global or builtin namespaces.*

Tableau 12 Thèmes de conception abordés dans la discussion PEP 279

Thèmes	Description	Exemples
T1	Est un meta-thème qui concerne les conséquences en termes de compatibilité avec l'existant, de l'introduction de la nouvelle fonctionnalité booléenne (fonction qui renvoie vrai ou faux). Il s'agit d'un thème controversé qui a déjà donné lieu à d'autres discussions dans le projet (auxquelles il est fait référence dans la discussion) et qui traite de l'acceptabilité même du PEP	*Should this PEP be accepted at all ?*
T2	Concerne la fonction particulière « str » en lien avec la fonction proposée, le statut de la variable (entière ou booléenne) retournée par cette fonction, et les conséquences pour la compatibilité avec le langage existant (« backward compatibility »)	*Should str(True) return "True" or "1": "1" might reduce backwards compatibility problems, but looks strange to me (…) ?*
T3	Concerne le choix du nom de la constante que va retourner la nouvelle fonction proposée par le PEP et sa correspondance avec les noms déjà existants dans les autres langages pour le même type de fonctions	*Should the constants be called 'True' and 'False' (corresponding to None) or 'true' and 'false' (as in C++, Javaand C99) (…) ?*
T4	Concerne une évolution à plus long terme du langage (la suppression des opérations non booléennes sur les « bools »)	*Should we strive to eliminate non-Boolean operations on bools in the future, (…) ?*
T5	Concerne un opérateur particulier de Python en lien avec la fonction proposée et le statut de la variable qu'il doit retourner (un entier ou un booléen)	*Should operator.truth(x) return an int or a bool.*
T6	Concerne le statut d'une relation d'héritage entre deux fonctions de Python (« int » et « bool »)	*Should we eventually remove the inheritance relationship between int and bool?*

Tableau 13 Thèmes de conception abordés dans la discussion PEP 285

Temporalité des discussions

Pour chacun des messages, nous avons extrait la date et l'heure de réception du message sur le *serveur* gérant la liste. Ces données nous permettent d'examiner la dimension temporelle des discussions sous deux aspects :

- le degré de synchronisme des discussions qui correspond au délai entre le moment où un premier message est posté et le moment où il est cité. Cela caractérise la réactivité des participants et donc le degré de synchronisme de la conception ;
- la temporalité associée à la durée du thème de conception qui correspond à la différence de temps entre le premier et le dernier message qui abordent un même thème de conception.

1.3 Analyse du rôle des participants

Le rôle des participants est étudié en combinant des analyses structurelles qui permettent de caractériser le rôle interactif des participants et des analyses des activités collaboratives de conception. Ces dernières permettent d'accéder aux rôles cognitifs, épistémique et de coordination. Ces rôles vont être analysés au regard du statut des participants.

Statut des participants

Dans ces discussions synchrones, nous considérerons cinq statuts différents :

- le chef de projet (PL) ;
- les administrateurs (A) ;
- les développeurs (D) ;
- le champion du PEP (C) ;
- les utilisateurs présents sur la liste orientée conception.

Le champion est identifié explicitement comme étant l'auteur du document PEP. Nous rappelons que nous avons identifié les administrateurs et les développeurs du projet dans l'étude du chapitre 7. Les autres participants seront considérés comme des utilisateurs.

Analyse du rôle interactif

Dans cette perspective synchronique, la dimension interactive du rôle sera appréhendée à travers :

- le degré de participation locale à la discussion en termes de nombre de messages postés et la participation commune à la liste orientée usage (le même mois). Nous les identifions en comparant la liste des participants aux discussions PEPs 285 et PEP 279 à la liste des participants aux discussions PEPs pour l'année 2002;
- l'influence d'un participant en termes de nombre de fois où il est cité et sa place dans un réseau de citations. Nous appelons réseau de citations, le réseau pour lequel le lien entre les participants (les nœuds) est le lien de citation (telle personne a tendance à citer telle autre). Le réseau de citations entre participants est obtenu à partir des taux de liaison entre les participants qui se citent. On représentera le réseau de citations à partir des liaisons positives (des attractions) entre les participants se citant ;
- la place dans le patron de la discussion. A l'aide de la représentation des discussions basée sur le lien de citation entre les messages, nous pourrons déterminer trois types de place dans la discussion :
  - le début de branche : un message est cité par plusieurs autres messages ;
  - la place linéaire : un message est cité par un seul autre message ;

- la clôture de branche : un message n'est pas cité.

On considère que les places de début et de clôture ne sont pas neutres du point de vue de la gestion de l'interaction, puisqu'elles peuvent correspondre à des ouvertures ou fermetures de tours de parole en face à face.

Analyses des rôles orientés vers la tâche et des séquences d'activités

Les rôles cognitif, épistémique et de coordination (rôles orientés vers la tâche) des participants sont caractérisés à travers le codage des activités dans lesquelles ils sont engagés. Ce codage, nous permettra également de mettre en évidence la dynamique de ces activités à travers l'étude des séquences d'activités.

Schéma de codage

Nous avons codé les discussions sur la base d'un schéma de codage développé dans notre équipe de recherche pour étudier d'autres situations de conception (Darses et al., 2001; d'Astous et al., 2001, 2004; Détienne et al., 2004). Ce type de codage est également utilisé dans d'autres études sur les activités de conception (Olson et al., 1992; Stempfle et Badke-Schaub, 2002). Les activités suivantes, liées aux activités de co-conception, ont été identifiées dans les blocs de citations et les commentaires associés. Nous avons ainsi accès aux activités collaboratives de conception amenées par les participants dans une citation, mais également aux séquences d'activités se rapprochant des tours de parole en face à face, à travers l'alternance des activités dans les citations et les commentaires.

Le tableau suivant présente les catégories de codage que nous avons identifiées, leur lien avec les activités collaboratives de conception, et un exemple.

Rôles	Activités	Description	Exemples
Rôles cognitif et épistémique	*Proposition*	Un participant propose un nouveau thème de conception ou une alternative nouvelle. Pour identifier cette activité, nous avons repéré les expressions comme *How about...?, Why not...?, to propose", "to add"*	*I'd like to add (name_function)* *How about doing it both ways… ?*
	Evaluation	Un participant est d'accord ou non avec une proposition. Cette activité est identifiée par les verbes *to like, to agree, to prefe*r, ou les expressions comme *yes, no, indeed, of course, great, sure", or +1, -1*[68]	*-1. It looks like a noun to me* *Now, that's a great idea*
	Clarification	Un participant propose une explication ou clarifie un point non compris.	*As I said earlier in the msg, (…) I had in mind above* *Is this about the example below?*
Rôle de coordination	*Coordination*	Un participant modère la discussion ou remet une tâche à plus tard.	*I think that #3 probably fits better in the new PEP you were gonna write for #4* *When you send xxx your update to the PEP reflecting this, he can mark it Accepted*
	Synthèse	Un participant récapitule ce qui a été discuté sous forme de listes d'énumération par exemple.	*Okay, here's what we have so far : Enum (…)* *Indexer (…)*
	Décision explicite	Validation explicite et définitive d'une alternative de conception	*3. gen exception passing --> deferred, needs case building : (PL) OK (or you could give up now while you're ahead :-)*
Autres		Humour par exemple	*Yeah, if I left Python's design to xx, it would become quite the clever hack.*

Tableau 14 Schéma de codage des activités collaboratives de conception

Suivant le thème de conception, nous avons également relevé les alternatives ou solutions de conception qui ont été proposées dans les discussions.

Contributions

La contribution d'un participant au processus de conception est entendue comme le nombre de commentaires contenant des activités de conception produit par un participant. On considère que :

- la contribution est forte si la personne produit un nombre de commentaires supérieur ou égal au 3ème quartile du nombre total de commentaires;

[68] Manière de voter en ligne inspirée du projet Apache.

- elle est faible si la personne produit un nombre de commentaires inférieur ou égal au 1er quartile du nombre total de commentaires;
- elle est moyenne entre les deux.

Séquences d'activités

Ce codage des activités de conception nous permettra d'accéder à la dynamique argumentative en termes d'alternance de tours de parole et en termes de « séquences d'activité », c'est-à-dire à la succession de l'activité de la citation électronique et l'activité du commentaire qui la suit. Nous rappelons que l'on considère que cette succession se rapproche de celle des tours de parole dans une réunion de conception en co-présence.

2 Résultats

2.1 Organisation et dynamique du processus de conception

Dynamique thématique des discussions

Les figures suivantes représentent les thèmes abordés dans les discussions en ligne dans la discussion PEP 279 (Figure 10) et dans la discussion PEP 285 (Figure 11). Chaque thème est représenté par un symbole et une couleur. Les initiales de l'auteur des messages sont indiquées dans le symbole.

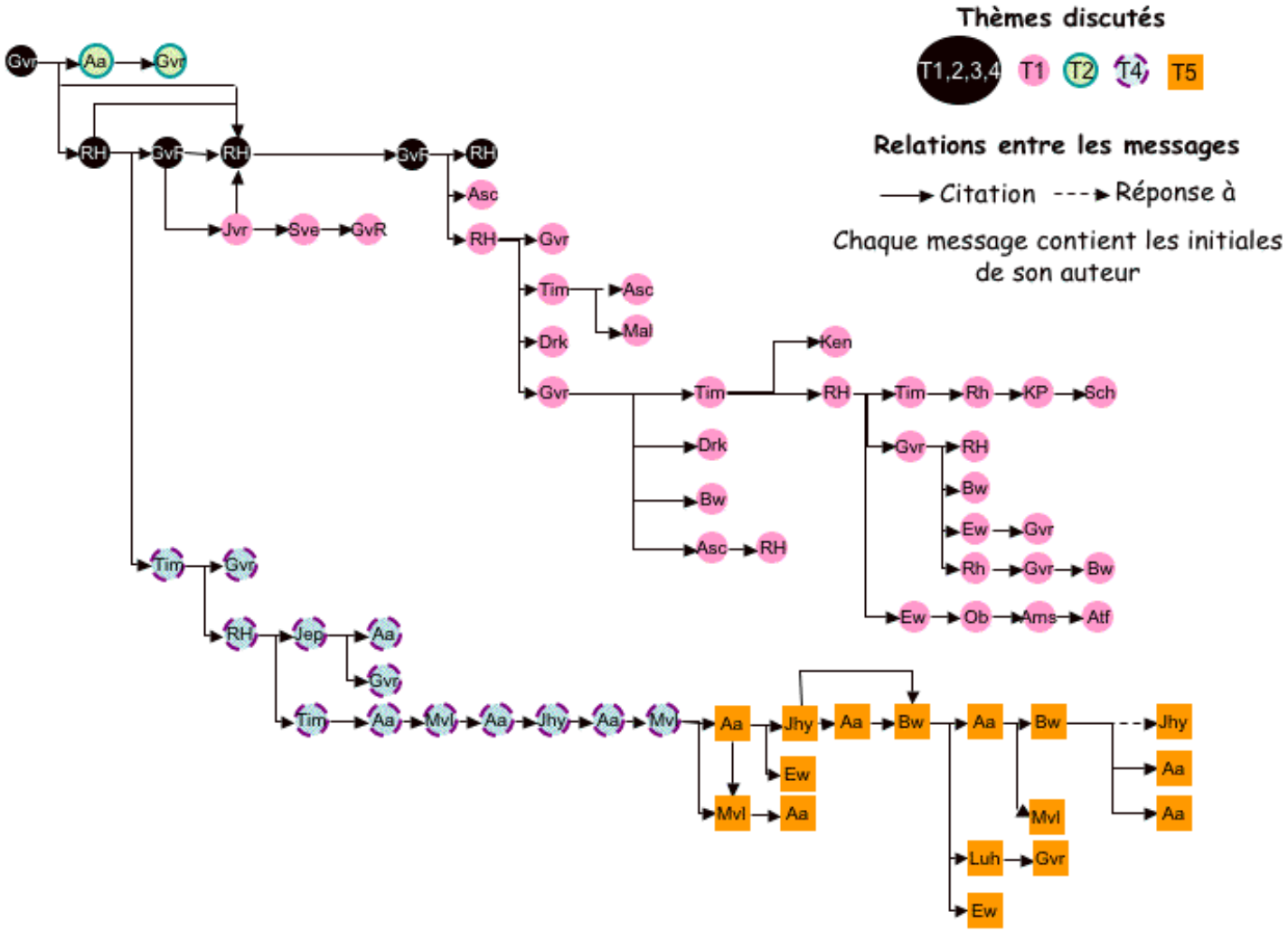


Figure 10 Représentation de l'évolution des thèmes de conception pour PEP 279

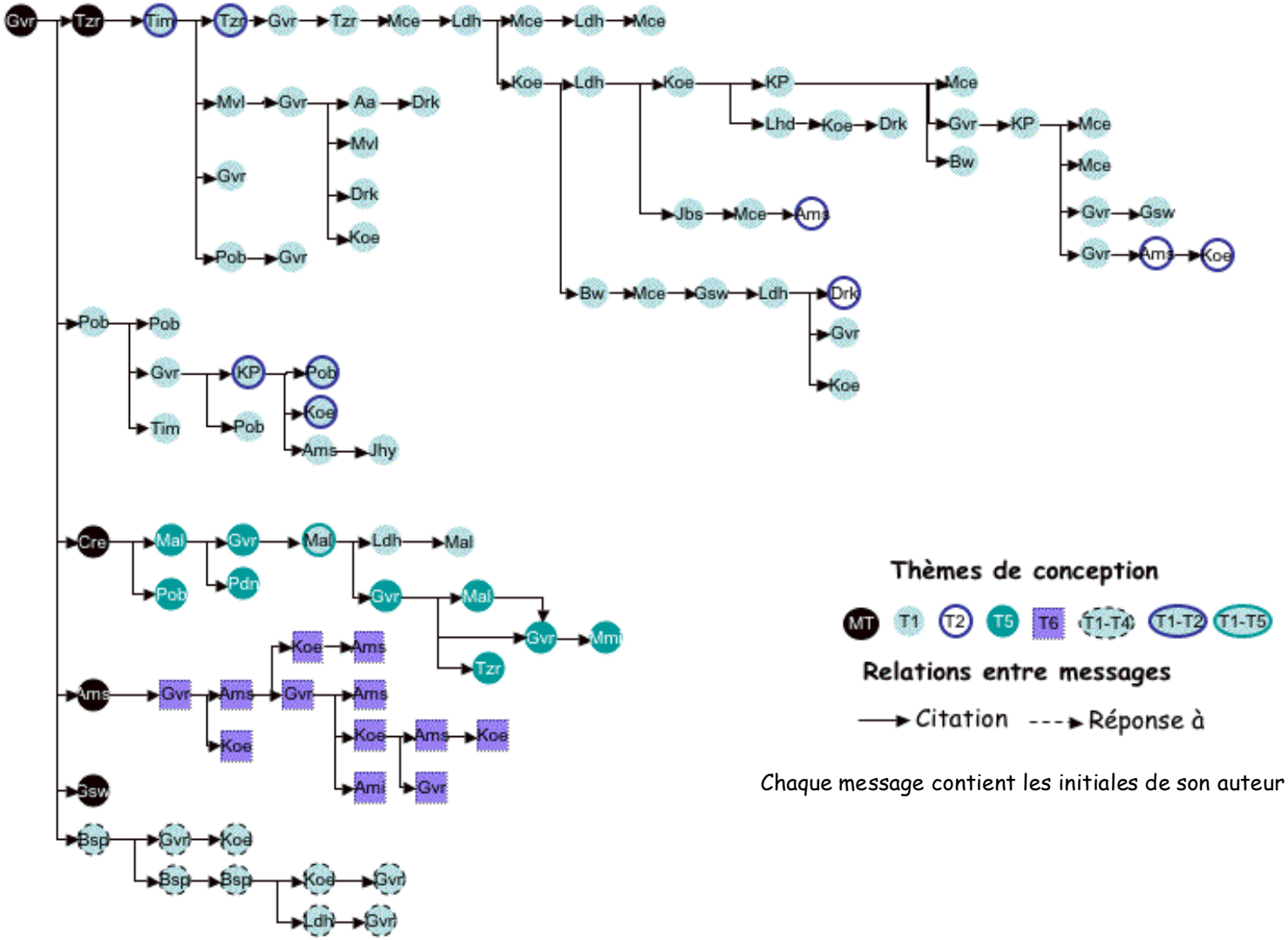


Figure 11 Représentation de l'évolution des thèmes de conception pour PEP 285

Ces figures permettent de mettre en évidence un schéma de discussion commun aux deux PEPs : des premiers messages multi-thématiques au début de la discussion (en noir), puis une spécialisation des messages autour d'un thème de conception particulier. Dans la discussion PEP 285, le thème 1 (T1) est un méta-thème portant sur l'intégration ou non de la fonction. Ce thème est plus diffus dans la discussion et peut être traité avec un thème périphérique (par exemple T1 et T2) dans quelques messages.

On voit que les premiers messages des discussions sont des messages multi-thématiques (en noir) et qu'ils sont suivis par des messages mono-thématiques traduisant une dynamique de spécialisation de thèmes de conception.

Chacune des discussions est marquée par un thème principal représentant la moitié des messages :

- le thème 1 pour le PEP 279 (choix de la fonction proposée) (48%, 34 messages sur 71) ;
- le thème 1 du PEP 285 (introduction ou non des booléens dans le langage) (53%, 50 messages sur 95).

Par ailleurs, certains thèmes ne donnent pas lieu à des messages mono-thématiques spécifiques (T3 de la discussion PEP 279 et T3 et T4 de la discussion PEP 279). Le thème 3 de la discussion PEP 279, par exemple, ne donne pas lieu à des messages spécifiques car le chef de projet est opposé aux propositions qui sont faites sur ce thème. Il décide rapidement de le rejeter.

Les autres thèmes sont abordés dans un nombre moins important de messages, variant de 3 à 34 pour la discussion PEP 279 (médiane=13), et de 1 à 50 pour la discussion PEP 285 (médiane=7). Pour la discussion PEP 279 (Figure 10), par exemple, on observe que :

- le thème 2 est abordé brièvement au début de la discussion, le chef de projet décide rapidement de la solution à adopter (la syntaxe de la fonction proposée) ;
- le thème 4 est lui aussi différé par le chef de projet mais donne quand même lieu à un débat entre lui, les concepteurs et le champion du PEP. Le chef de projet considère que ce thème devrait donner lieu à un autre PEP. Il est donc différé ;
- le thème 5 (dérive thématique) émerge des discussions autour du thème 4. Cette dérive n'a pas de lien direct avec le PEP mais porte sur une question plus générale du langage. Cette dérive thématique est arrêtée par le chef de projet (message 50) qui signifie aux développeurs que ce thème de discussion n'a pas lieu d'être dans la discussion autour du PEP 279. La discussion autour de T5 est donc déplacée vers une autre liste de discussion du projet : la liste orientée usage.

Dynamique temporelle des discussions : des discussions quasi-synchrones

Nous avons caractérisé le degré d'asynchronisme des discussions en calculant le délai entre les moments auxquels les messages sont reçus sur le *serveur* gérant la liste, et ceux auxquels ils sont cités (Tableau 15).

Pourcentage de citations apparues	PEP 279	PEP 285
25% des 1ères citations	20 mins	15 mins
50% des 1ères citations	1h	2h16
75% des 1ères citations	5h	7h33

Tableau 15 Délais d'apparition des premières citations pour les discussions PEP 279 et PEP 285

Il semble qu'il y ait en fait un faible degré d'asynchronisme entre les messages se citant, puisque la moitié des 1ères citations d'un message apparaissent dans l'heure qui suit (PEP 279) ou dans les deux heures qui suivent (PEP 285) ; et 75% des citations dans la demi-journée. Cela signifie que les citations des messages arrivent relativement rapidement compte tenu de la distribution géographique des participants aux discussions. En effet, une analyse rapide des signatures des participants montre qu'ils proviennent des côtes est et ouest des Etats-Unis, d'Europe ou encore d'Océanie.

Nous avons représenté l'organisation thématique et temporelle des deux discussions sur la base d'une représentation en fonction du lien de citation (Figure 12 et Figure 13). Les sous-ensembles de messages relatifs aux mêmes thèmes ont été encadrés en pointillé. Les messages sont disposés relativement à une échelle de temps : nous avons fait apparaître les dates d'envoi des messages, les jours étant distingués les uns des autres par une ligne pointillée. Nous avons regroupé les messages séparés par moins que la médiane des délais d'apparition de la moitié des 1ères et 2èmes citations (zone grisée).

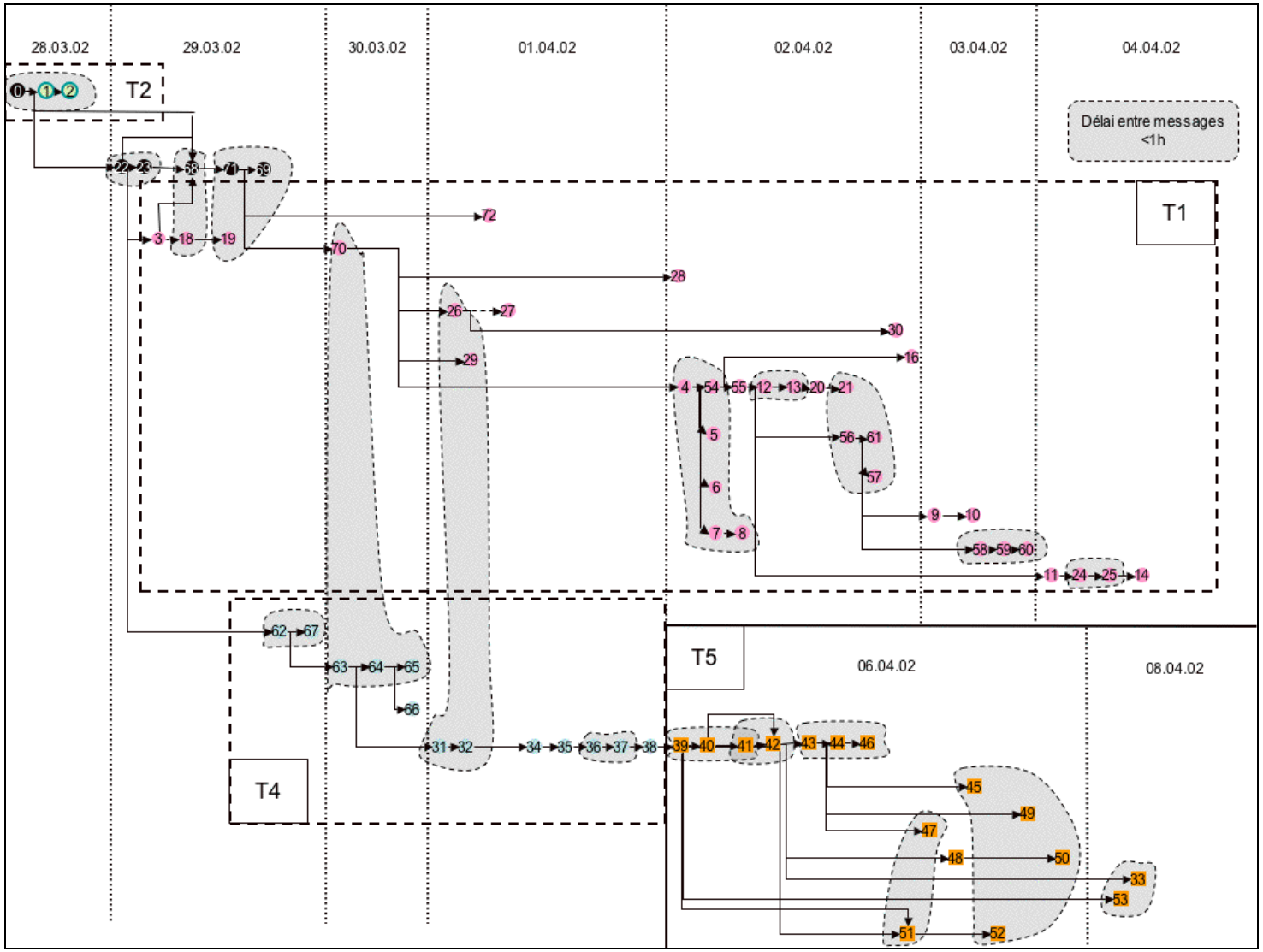


Figure 12 Organisation temporelle de la discussion PEP 279

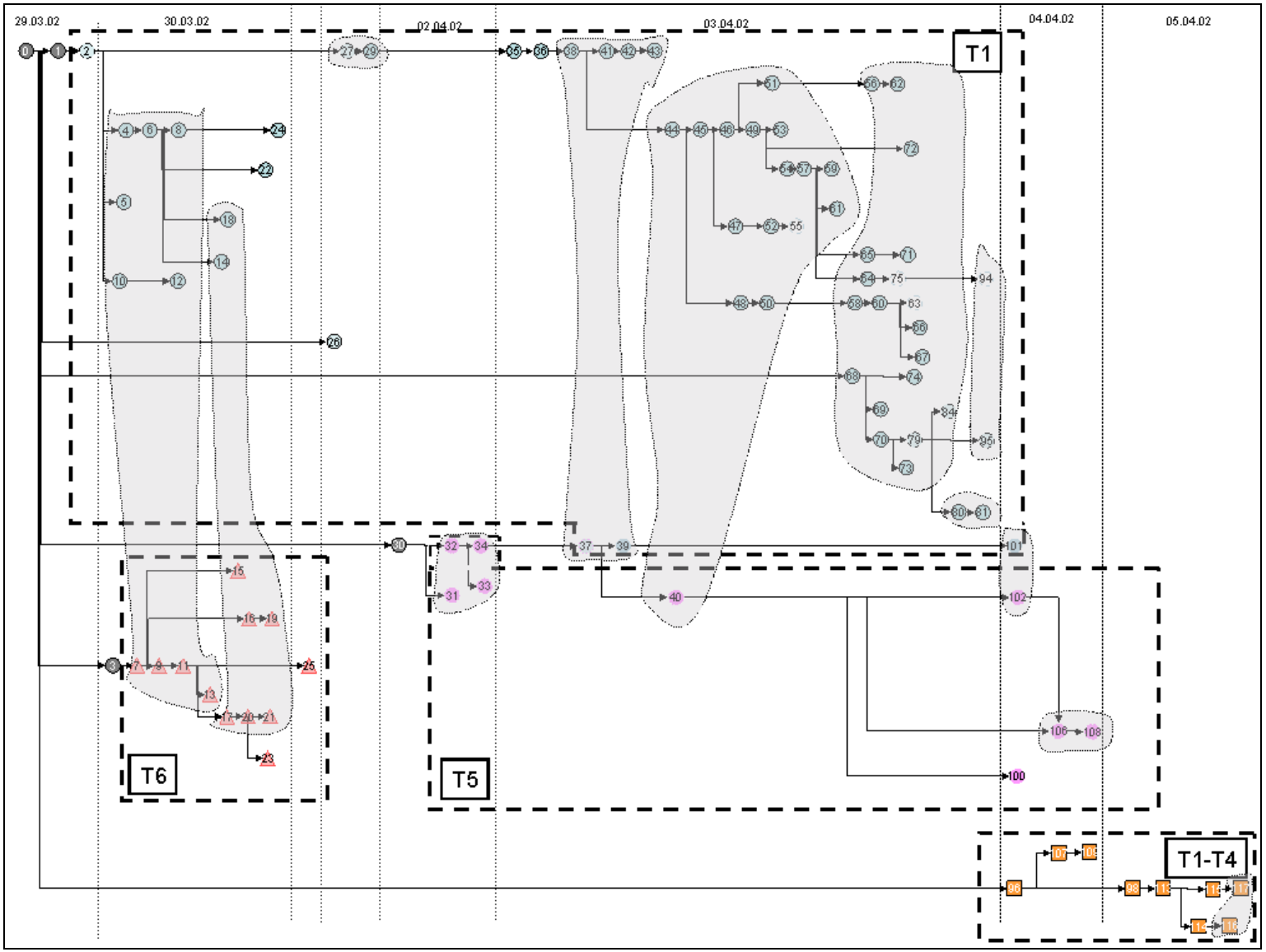


Figure 13 Organisation temporelle de la discussion PEP 285

Les thèmes des discussions PEP 279 et PEP 285 sont discutés au minimum pendant un jour, au maximum pendant sept jours avec une médiane à deux jours.

Pour le PEP 279 (Figure 12), trois zones correspondent à des périodes assez courtes de la discussion. Pour chacune, la clôture de la discussion est assurée par le chef de projet :

- le thème 2 (T2) est traité assez rapidement (1er jour). C'est le chef de projet (auteur du message numéro 2) qui arrête la discussion autour de ce thème ;
- le thème 4 (T4) est circonscrit en deux jours. Nous avons vu que sa discussion est différée sur décision du chef de projet. Cependant, à partir de ce thème, la dérive thématique (T5) émerge près de cinq jours plus tard ;
- la discussion autour de cette dérive thématique (T5) est circonscrite autour de deux jours. Les messages 33 et 53 qui arrivent après le message 50 sont écrits par un participant de Nouvelle-Zélande (12 h de décalage avec la côte Est des USA où se trouve le chef de projet et la « *core team* »). Ce participant n'est donc pas toujours au fait de tout ce qui s'est dit dans la discussion et répond de façon décalée à certains messages.

Au contraire la discussion autour de T1, le thème central du PEP, s'étale sur six jours. La discussion est en fait relancée par le chef de projet et le champion, la communauté n'étant pas encore arrivée à un consensus sur le thème abordé.

L'analyse des ensembles de messages « quasi-synchrones » (représentés par les ensembles de messages dans une zone grisée) permet de mettre en évidence une réactivité intra-thématique qui est cohérente avec le faible degré d'asynchronisme. On voit également apparaître des regroupements temporels de messages « inter-thématiques ». Ils traduisent en fait les stratégies de réponses groupées de certains développeurs. Ces auteurs répondent en parallèle aux messages de la discussion.

Pour la discussion autour de PEP 285 (Figure 13), on retrouve une dynamique temporelle similaire:

- des thèmes sont traités de manière circonscrite dans le temps :
  - T6 est abordé sur une journée ;
  - T4 en association avec T1 sur deux jours. C'est le chef de projet qui clôt la discussion (message 116 et 117) ;
  - T5 sur trois jours. Le chef de projet clôt également la discussion par le message 106 en signalant au passage que le fil de discussion commence à devenir trop long. En traitant du thème 5, les développeurs ont en effet fait apparaître des problèmes plus généraux du langage et s'éloignent du thème de la discussion ;
  - le thème 1, lui, est traité pendant 7 jours, le chef de projet n'effectue des relances que les premiers jours. Les développeurs se saisissent ensuite de la discussion et le chef de projet intervient à nouveau à la fin de la discussion (messages 65, 64, 66). Il fait part

de sa décision en envoyant un message initiant un autre fil de discussion (la 2nde partie de la discussion PEP 285), c'est pourquoi des messages continuent à arriver même après que la décision a été prise ;

- on retrouve également des regroupements temporels de messages intra- et inter-thématiques.

L'analyse temporelle des deux discussions nous permet donc de constater que le processus de conception peut s'étaler sur plusieurs jours suivant les thèmes de conception et l'implication du chef de projet ou du champion dans la discussion. On note tout de même des regroupements temporels de messages (messages distants de moins d'une heure) qui traduisent des moments de quasi-synchronisme de la conception. Ces quasi-synchronismes peuvent être intra-thématiques et correspondre à des moments de réactivité de plusieurs concepteurs sur un thème particulier ; ils peuvent également être inter-thématiques et correspondre à des stratégies de réponses en parallèle de certains participants.

De façon plus globale, la longévité d'un thème, en termes de nombre de messages et de durée de traitement est influencée par le champion de la discussion et par le chef de projet. Ce dernier rejette par exemple rapidement le thème 3 du PEP 279 dans les premiers messages multi-thématiques, ainsi que le thème 4. Il choisit également d'arrêter les discussions autour de la dérive thématique. Le chef de projet soutient également le thème 1 (méta-thème), tout au long de la discussion autour du PEP 285, rappelant ainsi l'enjeu du processus de conception (l'introduction ou non des booléens dans le langage). Le champion et le chef de projet semblent avoir un profil d'animateur de la discussion, comme il a été mis en évidence, par ailleurs, dans les discussions en ligne « ouvertes » (p.ex. Marcoccia, 2004), mais également du processus de conception. Ce dernier point sera à confirmer par des analyses plus fines de leurs rôles.

Ces premiers résultats montrent que les discussions de conception en ligne sont plus focalisées que les discussions ouvertes (p.ex. Herring, 1999) : des thèmes principaux peuvent y être discutés sans décroître pendant une période de plusieurs jours. Par ailleurs, l'existence de moments d'échange quasi-synchrones, mais également d'une discussion relativement étendue dans le temps, nuance la conceptualisation des discussions en ligne comme des discussions continûment ouvertes (Marcoccia, 2004a) : la discussion reste bien ouverte mais elle est encadrée par des règles qui imposent des moments de quasi-synchronicité.

Dynamique cognitive et épistémique : distribution et séquences d'activités collaboratives de conception

Un autre élément de la dynamique des discussions de conception concerne la répartition des activités collaboratives de conception et la mise en évidence de séquences d'activités privilégiées. Les résultats présentés dans cette section ont pour objectif d'éclairer cette dynamique cognitive et épistémique.

Activités dans les commentaires

Les distributions des activités dans les commentaires des citations sont différentes dans les deux discussions (χ^2=92, ddl=6, p < 0.001) (Figure 14 ; Tableau 34 en annexe).

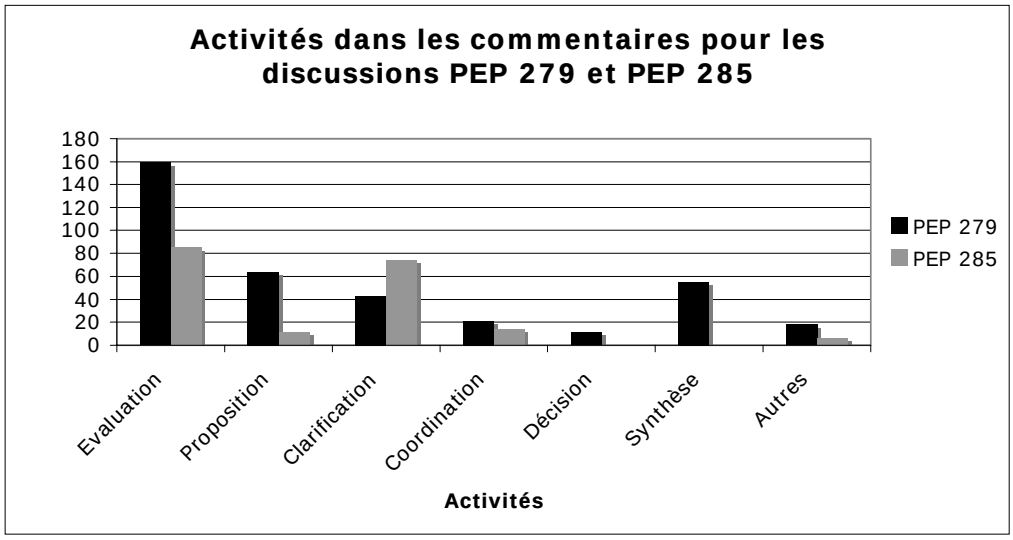


Figure 14 Distribution des activités dans les commentaires pour PEP 279 et PEP 285

On observe que :

- pour les discussions PEP 285 et PEP 279, l'évaluation est l'activité qui apparaît le plus fréquemment, dans un peu moins de la moitié des commentaires (43%, 159/371 pour PEP 279 ; et 47%, 89/190 pour PEP 285). Cela signifie que l'activité d'évaluation est la principale activité reliée à la pratique de citation électronique et que c'est la principale activité des participants aux deux discussions ;
- en revanche, la discussion PEP 279 donne lieu à près du double de contributions (371 contributions) en termes d'activités que la discussion PEP 285 (190 contributions), malgré un nombre de messages plus important (95 pour PEP 285 contre 71 pour PEP 279);
- l'analyse des taux de liaison (Tableau 35 en annexe) révèle, par ailleurs, que l'activité de clarification est plus importante dans la discussion PEP 285, (il s'agit de la deuxième activité la plus importante après l'évaluation, 39%, 174/190) alors qu'il s'agit de l'activité de proposition dans la discussion PEP 279 (17%, 64/371). La liaison entre la nature de l'activité du commentaire et la discussion dans laquelle elle a lieu, est forte de manière globale (V^2 Cramer=0,16) ;
- enfin, les activités de synthèse et de décision n'apparaissent pas dans la discussion PEP 285.

Par ailleurs, ces activités collaboratives de conception sont associées à des alternatives de conception. Dans la discussion PEP 279 le thème T1 (choix du nom de la fonction) a donné lieu à 23 alternatives de conception, le thème T2 à huit alternatives et le thème T5 à trois

alternatives. Par contre, la discussion autour du PEP 285 n'a donné lieu qu'à très peu de propositions (trois alternatives).

Concernant la discussion PEP 279, la tendance à une plus forte activité de proposition va de pair avec le fait que plus d'alternatives de conception sont proposées dans cette discussion. Des décisions explicites sont prises par le chef de projet, même s'il y en a peu, ce qui diffère des réunions en co-présence dans lesquelles il y a peu de décisions explicites (p.ex. Marty et Darses, 2001).

Concernant la discussion PEP 285, la prégnance de l'activité de clarification peut être rapprochée de la nature du thème principalement discuté. Ce thème a des implications fortes sur le langage ce qui nécessite de nombreuses explicitations entre concepteurs. Concernant l'activité de synthèse dans cette discussion, les concepteurs clarifient beaucoup, rendant potentiellement plus complexe et plus coûteuse en temps l'activité de synthèse pour le chef de projet-champion. Un concepteur lui fait d'ailleurs une demande dans ce sens.

Activités les plus citées

Les distributions des activités engendrant le plus de citations diffèrent entre les deux discussions (χ^2=138, ddl=6, p<0.001) (Figure 15 ; Tableau 36 en annexe).

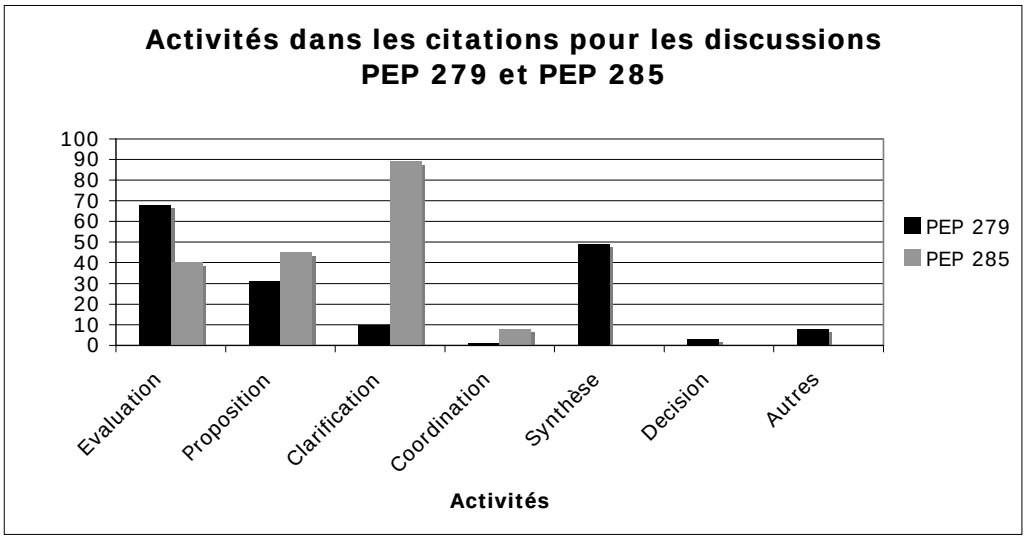


Figure 15 Distribution des activités les plus citées pour les discussions PEP 279 et PEP 285

Pour la discussion autour de PEP 279, les activités les plus citées sont l'activité de synthèse (28%, 49/177 des citations) et l'activité d'évaluation (38%, 68/177). Dans la discussion autour de PEP 285, les activités de clarification (49%, 89/182) sont les plus citées. Par ailleurs, il y a une liaison globale forte entre les activités citées et la discussion (V^2 Cramer=0,41). Les liaisons locales (Tableau 37 en annexe) mettent en évidence que ce sont les activités d'évaluation, les activités de synthèse et les décisions qui ont tendance à être le plus citées dans la discussion PEP 279, alors que ce sont les activités de clarification et de coordination dans la discussion PEP 285.

La forte proportion de citations de l'activité de synthèse semble indiquer que cette activité est importante dans les discussions (car il y a peu de synthèses qui sont faites : 11 commentaires sur 218). La forte proportion des activités d'évaluation et de clarification était prévisible car ce sont les activités les plus fréquentes dans les commentaires faits par les développeurs.

Séquences d'activités de conception

Nous avons cherché à caractériser les séquences d'activité de conception dans les discussions en ligne. Ces séquences d'activités illustrent la dynamique de convergence des concepteurs vers une solution de conception, de co-construction de connaissances et de coordination dans les discussions en ligne de conception. Il apparaît une relation forte entre le type d'activité de la citation et le type d'activité du commentaire (V^2 de Cramer= 0,69 pour PEP 285 et 0,23 pour PEP 279) (Tableaux 38 et 39 pour la discussion PEP 279 ; Tableaux 40 et 41 pour la discussion PEP 285 en annexe).

En particulier, l'analyse des taux de liaison suggère six séquences d'activités:

- une activité d'évaluation tend à être suivie par une autre activité d'évaluation. Par exemple, une évaluation positive dans une citation peut être suivi par une évaluation négative, ce qui traduit des divergences entre développeurs, ou par une évaluation positive ce qui traduit des convergences entre développeurs ;
- une proposition est suivie par des activités d'évaluation ou d'autres propositions ; ce dernier résultat peut être interprété en termes d'un désaccord implicite entre concepteurs ;
- une activité de coordination dans une citation tend à être suivie d'un commentaire contenant une activité de coordination ;
- les activités de clarification tendent à être suivies d'autres clarifications ; ces séquences d'activité caractérisent la construction d'un référentiel commun entre concepteurs ;
- une activité de décision tend a être suivie d'une activité de coordination ce qui peut correspondre à une allocation des tâches une fois qu'une décision a été prise. On trouve également la séquence « Décision-Proposition » qui peut s'expliquer par le fait que certaines propositions, tardives, sont émises par des participants distants géographiquement. Ce résultat est à relativiser par rapport au faible nombre de décisions dans le corpus ;
- l'activité de synthèse est, elle, suivie d'activités de proposition, ce qui peut être là aussi interprété comme un désaccord implicite avec ce qui a été proposé. Elle peut être également suivie par des évaluations positives. L'activité de synthèse qui appelle des propositions, peut être considérée comme un « moteur » favorisant la génération de proposition et donc le processus de conception.

Synthèse

L'ensemble de ces résultats souligne des traits communs aux discussions, mais également des différences. Les traits communs concernent l'organisation thématique et temporelle des discussions, ainsi que certains éléments de la dynamique cognitive et épistémique :

- la présence de messages multi-thématiques au début des discussions qui se spécialisent au fil de la discussion ;
- l'importance de deux thèmes de conception principaux ;
- et la présence de moments d'échange thématiques quasi-synchrones ;
- concernant la dynamique cognitive et épistémique, les activités d'évaluation sont les plus importantes et on retrouve des séquences d'activité similaires pour les deux discussions.

Cependant, les discussions diffèrent de par la nature des thèmes principalement traités et la nature des activités mises en œuvre principalement :

- la discussion PEP 279 est une discussion « centrée génération de solutions » qui se caractérise par un thème principal de discussion plus focalisé puisqu'il s'agit de choisir le nom de la nouvelle fonctionnalité ainsi que des activités marquées par l'évaluation et la proposition. Elle génère par ailleurs plus d'alternatives de conception que la discussion PEP 285 ;
- la discussion PEP 285 est une discussion centrée « clarification » qui se caractérise par un thème principal impliquant plus de discussions concernant les effets de l'introduction de la nouvelle fonctionnalité ainsi que des activités de clarification.

Sur la base de ces remarques, nous traiterons séparément les discussions pour examiner les rôles des participants dans ces deux discussions.

2.2 Rôles des participants dans la discussion « centrée génération de solutions» (PEP 279)

Dans cette section, nous nous intéresserons plus spécifiquement aux rôles (interactif, cognitif, épistémique et de coordination) des participants au processus PEP. Ces rôles seront dans un premier temps examinés globalement, au regard des statuts. Puis, nous nous intéresserons au rôle individuel des participants.

Rôles interactifs des participants en fonction du statut

La figure suivante (Figure 16) représente la discussion PEP 279 en fonction des statuts des participants. Chaque statut est représenté par un symbole particulier : un rond pour le chef de projet, une étoile pour le champion ; des triangles pour les administrateurs ; des rectangles pour les développeurs et des rectangles arrondis pour les utilisateurs. Par ailleurs, la participation commune aux listes orientées usage et conception est indiquée par des formes pleines. Chaque symbole porte également les initiales de l'auteur du message.

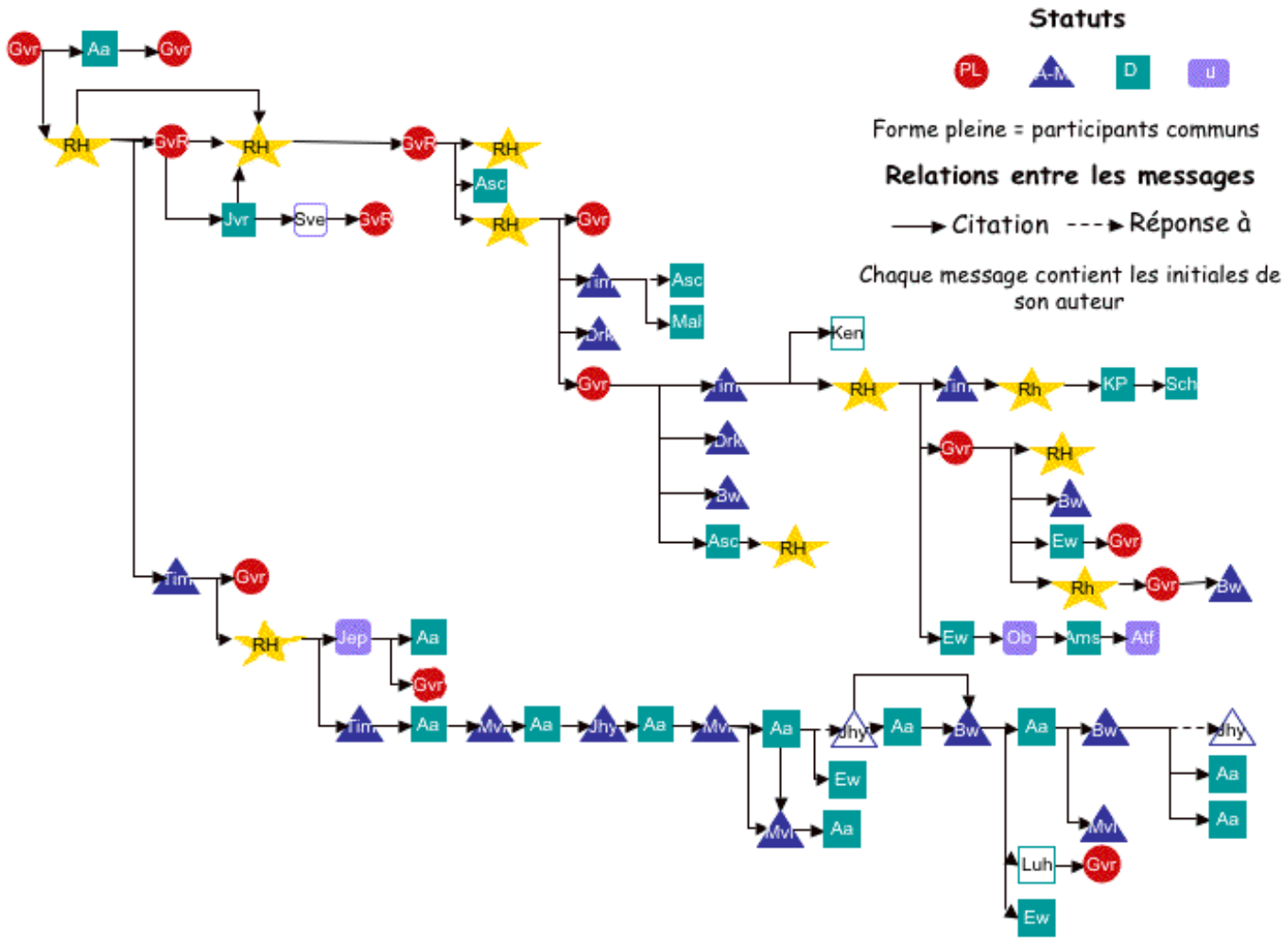


Figure 16 Représentation de la discussion PEP 279 en fonction des statuts

A l'aide de cette représentation, nous pouvons d'ores et déjà constater que dans la discussion PEP 279, le chef de projet et le champion semblent initier des branches de manière prépondérante. Une exception concerne la dérive thématique (bas de la Figure 16) pour laquelle on observe une alternance de messages entre administrateurs et développeurs qui se termine par l'intervention du chef de projet. On retrouve ainsi les considérations que nous évoquions plus haut concernant la dynamique thématique : le champion et le chef de projet semblent encadrer la discussion.

Nous allons affiner ces premières observations en analysant, à l'aide de la figure, les différentes dimensions du rôle interactif qui est lié à la participation et à l'influence dans le projet :

- la participation à la discussion en fonction du statut ;
- l'influence dans la discussion à partir du nombre de fois où un participant est cité et sa place dans la discussion (début de branche, fin de branche ou place linéaire) ;
- la forme du réseau de citations.

Participation à la discussion en fonction du statut

Le Tableau 16 présente les distributions des participants et des messages postés par participants en fonction de leur statut.

Statut	Effectifs participants PEP 279	Effectifs messages PEP 279	Messages par participant
PL	1 *(5%)*	13 *(18%)*	13
C	1 *(5%)*	10 *(14%)*	10
A	5 *(24%)*	19 *(27%)*	4
D	10 *(47%)*	25 *(35%)*	2,5
U	4 *(19%)*	4 *(6%)*	1
Total	*21*	*71*	*3*

Tableau 16 Distribution des participants et du nombre de messages postés en fonction du statut dans la discussion PEP 279

Ce tableau nous permet de préciser la répartition statutaire dans la discussion « centrée génération de solutions » :

- le chef de projet (PL) est le participant le plus prolifique individuellement (1/5 des messages à lui seul, soit 13 messages) ;
- il est suivi du champion (C) qui poste 10 messages à lui seul ;
- les administrateurs (A) représentent 1/4 des participants et postent, également, ¼ des messages, soit 4 messages par administrateur ;

- les développeurs (D) représentent la moitié des participants et postent près d'1/3 des messages. Leur contribution individuelle est donc faible (2,5 messages par développeurs) ;
- enfin, les utilisateurs (U) participent plus faiblement dans leur ensemble (moins de 10% des messages), alors qu'ils représentent 1/4 des participants.

Nous avons comparé ces distributions à celles correspondant à l'ensemble des discussions PEPs se déroulant en parallèle sur la liste orientée conception (Tableau 43, annexe). La distribution des participants et des messages est différente entre la discussion PEP 279 et l'ensemble des autres discussions PEPs (χ^2 =13 pour les participants et 26 pour les messages ; ddl=3; p <0,001)[69].

Par ailleurs, les taux de liaison (Tableaux 42 à 44 en annexe) révèlent que la principale différence, entre la discussion PEP 279 et l'ensemble des autres discussions PEPs est une présence, et une participation, moindre des utilisateurs dans la discussion PEP 279, par rapport à l'ensemble des discussions PEP. Les développeurs et les administrateurs ont, eux, tendance à être plus nombreux et à participer plus cette discussion. Le chef de projet participe, lui, de manière similaire[70].

Enfin, environ 80% (17/21) des participants à la discussion PEP 279 sont des participants communs, ce qui n'est pas le cas de l'ensemble des discussions PEPs pour lesquelles les participants communs représentent 58% (48/83) des participants.

Ces résultats permettent de définir un ensemble de participants qui sont engagés conjointement dans ces activités de conception. Cet ensemble est composé d'une vingtaine de personnes sur les 83 participants aux discussions de conception de ce mois là : le chef de projet, l'ensemble des administrateurs du projet, une dizaine de développeurs (sur les 54 développeurs statutaires en 2002 et sur la trentaine de développeurs actifs ce mois la sur les discussions), et une dizaine d'utilisateurs. Ces participants sont, en grande majorité, des participants communs (excepté un développeur, un administrateur et un utilisateur). Par ailleurs, ces résultats permettent de dégager une autre spécificité de la discussion PEP 279 : la tendance à une moins grande participation des utilisateurs.

[69] Le champion a été rentré dans la catégorie développeur pour faire le test.
[70] La liaison globale entre le statut et le type de discussion, est, par ailleurs, intermédiaire (V^2 Cramer=0,12), celle entre le statut et le nombre de messages postés est faible (V^2 Cramer=0,03).

Influence dans la discussion

Le Tableau 17 présente la répartition du nombre de fois où les participants sont cités en fonction du statut.

Statut	Effectifs citations PEP 279	Citations par participant
PL	16 *(23%)*	16
C	14 *(20%)*	14
A	19 *(27%)*	4
D	17 *(24%)*	2
U	4 *(6%)*	1
Total	*70*	*3*

Tableau 17 Distribution du nombre de citations par participants dans la discussion PEP 279

Ces résultats soulignent l'influence du chef de projet et du champion dans la discussion, puisqu'ils sont cités un nombre de fois supérieure au nombre de messages qu'ils ont postés (Tableau 16) :

- le chef de projet poste 13 messages et est cité 16 fois ;
- le champion poste 10 messages et est cité 14 fois.

Au contraire, les développeurs qui contribuent pour 1/3 des messages ne représentent qu'1/4 des citations, ce qui traduit une influence plus faible. Il n'y a pas de différence pour les administrateurs et les utilisateurs.

L'influence dans le projet est également liée à la place occupée dans la discussion en fonction du statut, traduisant des patrons de discussions (Figure 17, Tableau 45 en annexe). Par exemple, on s'attend à ce qu'un participant qui est cité plus qu'il ne participe initie des branches (ce qui correspond à des citations multiples).

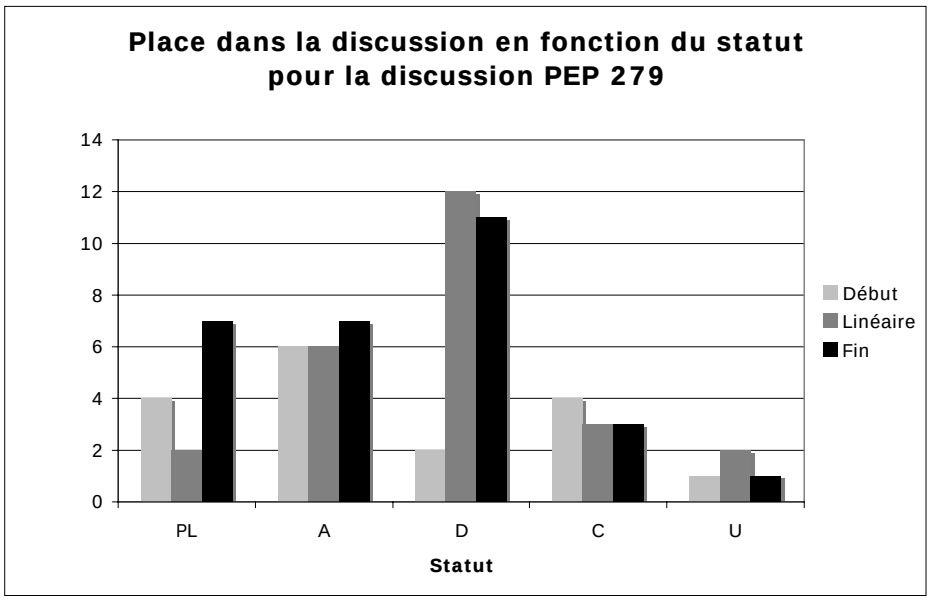


Figure 17 Distribution de la place dans la discussion PEP 279 en fonction du statut

Cette figure nous permet de mettre en évidence que les participants occupent les trois types de place dans la discussion et ce quel que soit leur statut. Il existe de façon globale une relation de force intermédiaire entre la place dans la discussion et le statut (V^2 Cramer=0,07 ; liaison intermédiaire). L'analyse des taux de liaisons locaux (Tableau 46 en annexe), nous permet de dégager les tendances à occuper des places particulières, ainsi :

- le chef de projet a tendance à être à la fin et au début des branches ;
- le champion en début de branche, ce qui est cohérent avec le fait qu'il soit beaucoup cité ;
- les administrateurs au début des branches ;
- les développeurs en position linéaire ou à la fin, ce qui est cohérent avec le fait qu'ils soient cités moins qu'ils ne participent ;
- les utilisateurs en position linéaire.

Réseau de citations

La Figure 18 (tableau 47 annexe) représente la distribution des citations entre les participants. Le participant en abscisse est le participant citant, les histogrammes représentent le nombre de fois où ces participants citent leurs collègues en fonction de leur statut

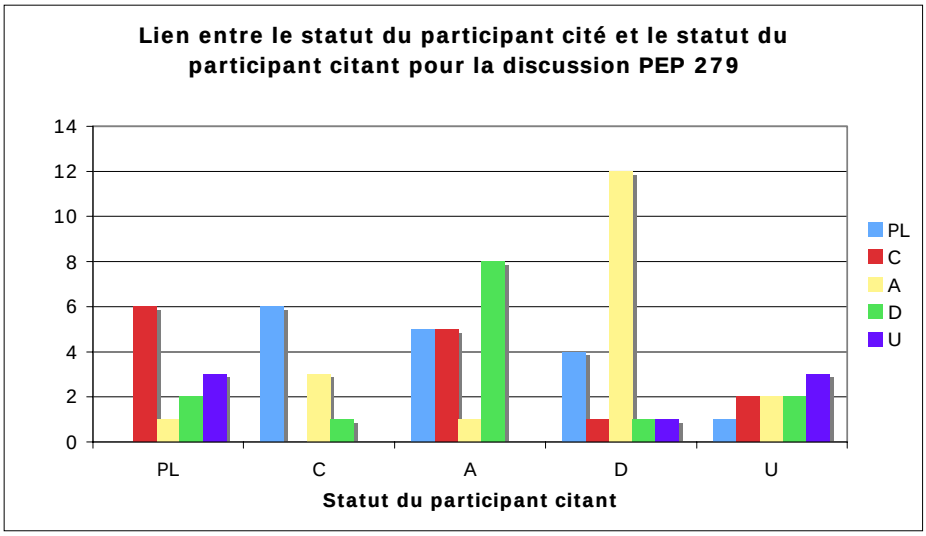


Figure 18 Distribution des statuts des participants cités et citants pour la discussion PEP 279

Cette figure nous permet de mettre en évidence que le chef de projet, les développeurs et les utilisateurs citent l'ensemble des participants, mais le champion et les administrateurs ne citent pas les utilisateurs :

- le chef de projet cite dans la moitié des cas le champion, puis dans ¼ des cas les utilisateurs, le dernier quart se répartissant entre les administrateurs et les développeurs ;
- le champion cite dans plus de la moitié des cas le chef de projet, puis dans 1/3 des cas les administrateurs ;
- les administrateurs citent dans un peu moins de la moitié des cas les développeurs, la moitié restante se répartissant équitablement entre le chef de projet et le champion ;
- les utilisateurs citent l'ensemble des statuts de manière quasi-équivalente.

La liaison globale entre le statut du participant cité et celui du participant citant est forte (V^2Cramer=0,18). A partir des attractions (Tableau 48 en annexe) entre les participants obtenues en calculant les taux de liaison, nous pouvons construire le réseau de citations de la discussion (Figure 19). Ce graphe traduit donc les tendances principales à se citer et donc les liaisons préférentielles entre participants. Sur cette figure le sens de la flèche indique le sens de la citation (du participant citant vers le participant cité).

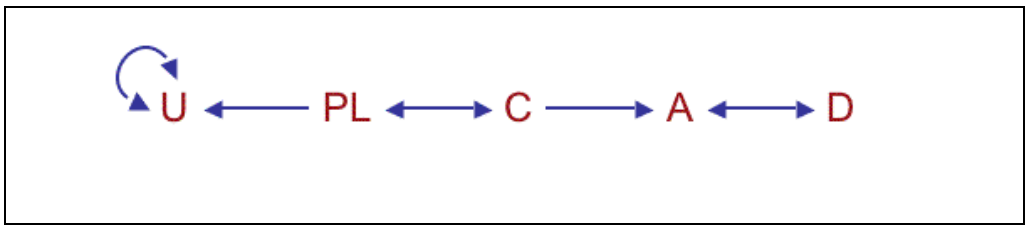


Figure 19 Graphe d'attraction « qui cite qui » en fonction du statut des participants pour la discussion PEP 279.

Administrateurs (A) et développeurs (D) ont tendance à se citer mutuellement et les utilisateurs ont tendance à se citer entre eux. Le chef de projet (PL) et le champion (C) sont également liés de manière réciproque. Le chef de projet fait, ensuite, le lien de manière univoque avec les utilisateurs (U) et le champion avec les administrateurs.

Synthèse concernant le rôle interactif des participants en fonction de leur statut

L'intégration de ces résultats nous permet de préciser le rôle interactif des participants dans cette discussion en fonction de leur statut.

Le chef de projet et le champion du PEP semblent avoir un rôle interactif d'animation de la discussion :

- ce sont les participants qui ont le poids le plus fort individuellement en termes de nombre de messages et de citations ;
- ils ont une influence forte sur le déroulement de la discussion, puisqu'ils ont tendance à initier des branches de la discussion et qu'ils occupent une position centrale dans le réseau de citations ;
- le champion semble faire le lien, de manière préférentielle, avec les administrateurs et les développeurs tandis que le chef de projet fait le lien avec les utilisateurs.

Les administrateurs sont également des participants individuels importants et leur influence se caractérise par une tendance à occuper des débuts de branches, en particulier dans la dérive thématique (bas de la Figure 16), ce qui peut traduire une complémentarité dans les rôles interactifs entre le chef de projet, le champion (qui, tous deux, ne participent pas à la dérive) et les administrateurs.

Les développeurs et les utilisateurs dans leur ensemble ne semblent pas tenir de rôle interactif particulier : ce sont de faibles contributeurs individuels et ils ont tendance à être en position linéaire ou à la fin d'une branche.

Les analyses des rôles cognitifs et de coordination présentées dans la section suivante, permettront de préciser les profils de ces participants.

Rôles cognitif, épistémique et de coordination en fonction du statut

Répartition des contributions en fonction du statut

Le Tableau 18 présente la distribution des contributions en termes d'activités en fonction du statut des participants.

Statut	Effectifs contributions	Contributions par participant
PL	87 *(23%)*	87
C	84 *(22%)*	84
A	89 *(24%)*	18
D	99 *(27%)*	10
U	12 *(3%)*	3
Total	*371*	*18*

Tableau 18 Distribution des contributions en termes d'activités collaboratives de conception en fonction du statut pour la discussion PEP 279

On voit que globalement le chef de projet, le champion, les administrateurs, et les développeurs contribuent à 1/4 des activités. Les utilisateurs contribuent très faiblement. Concernant les contributions individuelles, on retrouve l'importance en termes de contributions du chef de projet et du champion, qui contribuent individuellement près de cinq fois plus que les administrateurs et près de dix fois plus que les développeurs.

Rôles cognitifs et de coordination en fonction du statut

La Figure 20 (Tableau 49 annexe) permet de préciser ces contributions en termes d'activités collaboratives de conception (activités dans les commentaires).

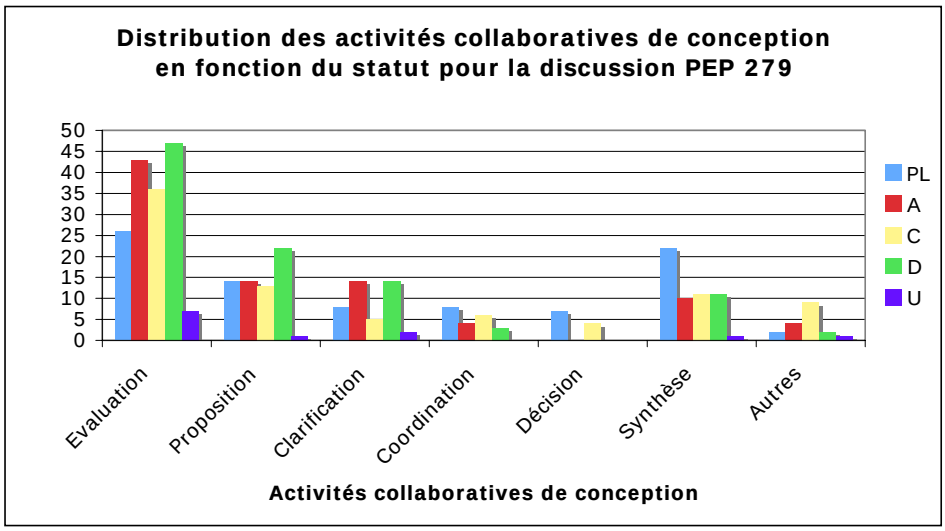


Figure 20 Distribution des activités collaboratives de conception en fonction du statut des participants pour la discussion PEP 279

Cette figure nous permet de mettre en évidence que :

- les rôles cognitif et épistémique, liés aux aux activités génératives de conception (évaluation-proposition) et la clarification, sont distribués parmi tous les participants, quel que soit leur statut ;
- le rôle de coordination, lié aux activités de coordination, de synthèse et de décision n'est pas pris en charge par les utilisateurs. Concernant les prises de décisions, elles sont explicites concernant le chef de projet, qui valide celles prises par le champion compte tenu des consensus qui émergent au cours de la discussion. Elles concernent à la fois le choix du nom de la fonction, mais également des décisions de différer certaines parties du PEP, qui donneront lieu à d'autres PEPs. Les synthèses concernent ces décisions ou les alternatives de conception en cours de discussion.

La liaison globale entre le statut et le type d'activité collaborative mis en œuvre est faible (V^2 Cramer=0,03). Néanmoins, l'analyse des taux de liaison (Tableau 50 en annexe) local nous permet de dégager les tendances principales en ce qui concerne le lien entre les activités collaboratives de conception et le statut. La figure suivante (Figure 21) présente le graphe d'attraction basé sur ces taux de liaison.

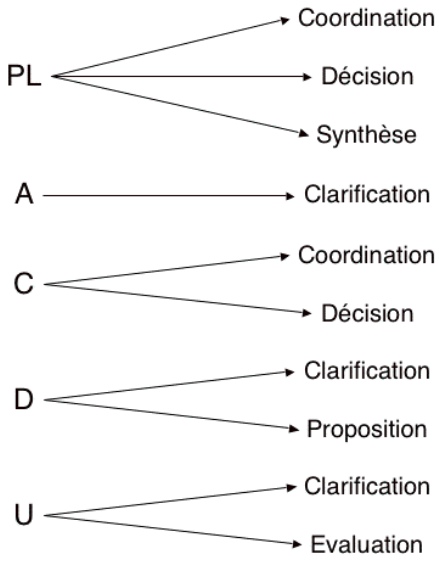


Figure 21 Graphe d'attraction activités-statut pour la discussion PEP 279

On voit que :

- le chef de projet et le champion ont bien tendance à mettre davantage en œuvre des activités de coordination que les autres participants ;
- les administrateurs ont davantage tendance à être engagés dans des activités de synchronisation cognitive, de même que les développeurs, qui assurent également un rôle de proposition ;

- les utilisateurs ont tendance à être plutôt évaluateurs et à participer également à la synchronisation cognitive. Cependant il s'agit plus pour les utilisateurs et développeurs de demandes de clarification auxquelles les administrateurs répondent.

Les analyses des rôles individuels présentées dans la section suivante, permettront de préciser les rôles de ces participants.

Profil individuel des participants

Nous avons analysé de manière plus fine les rôles interactif, cognitif, épistémique, et de coordination, des contributeurs les plus prolifiques[71] (Tableaux 51 en annexe) Ce groupe est composé de six participants : le chef de projet et le champion dont nous avons souligné le rôle dans le processus, trois des administrateurs (Tim, Martin et Barry) et un développeur (Aahz).

Concernant le rôle interactif de ces participants (outre les rôles du chef de projet et du champion que nous avons déjà décrits):

- tous sont de manière générale des participants forts et réguliers aux listes orientées usage et conception, et sont présents depuis 2001 dans le projet ;
- tous sont des participants forts à la discussion ;
- il existe une liaison forte entre le participant et la place qu'il occupe dans la discussion (V^2 Cramer=0,3). L'analyse des taux de liaison (Tableaux 53 et 54 en annexe) révèle que :
  - un développeur (Aahz) et un administrateur (Martin) ont tendance à être en position linéaire. Ce sont en fait des participants importants à la dérive thématique à laquelle ils participent de façon quasi-dialogale (bas de la figure 15), ce qui se traduit par cette structure linéaire ;
  - les deux autres administrateurs (Tim et Barry) ont tendance à être en début de branche (sauf dans la dérive thématique dans laquelle ils n'interviennent pas), ce qui traduit la complémentarité de leur rôle avec celui du chef de projet et du champion. Tim a souvent été nommé dans les entretiens, il dispose d'une grande notoriété dans le projet : c'est un super-expert ce qui explique que les autres participants cherchent à interagir avec lui, et que ses messages soient cités à plusieurs reprises. Barry est un des responsable de l'édition des PEPs.

La Figure 22 (Tableau 51 en annexe ; taux de liaison Tableau 52) présente la distribution des activités collaboratives de conception pour ces participants, ce qui permet de préciser leur rôle cognitif et de coordination.

[71] Ceux qui contribuent à plus du 3ème quartile de la distribution des contributions.

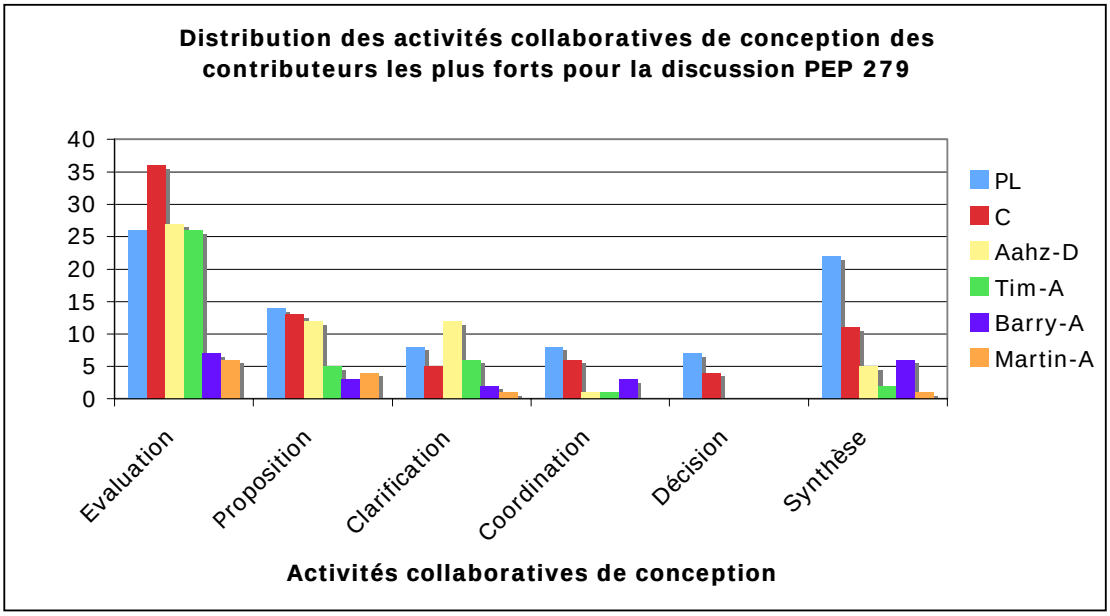


Figure 22 Distribution des activités collaboratives de conception des participants les plus forts pour la discussion PEP 279

Les rôles cognitifs d'évaluateur, de proposant et de clarificateur sont assurés par l'ensemble de ces contributeurs, mais dans des proportions diverses :

- le champion, le chef de projet, et le développeur (Aahz) sont les principaux évaluateurs, proposants et clarificateurs. Aahz joue ce rôle en particulier dans la dérive thématique (bas de la Figure 16) ;
- un administrateur (Tim) a un rôle cognitif et épistémique d'évaluateur et de clarificateur, mais il est en retrait au niveau des propositions. Il est connu pour être un « bot » une personne qui répond de manière exhaustive aux messages, ce qui explique sa forte propension à l'évaluation dans une discussion où l'on appelle les participants à évaluer des alternatives de conception.

Le rôle de coordination est principalement assuré par le chef de projet et le champion, comme nous l'avons signalé, mais également par un administrateur (Barry). Les décisions de Barry (responsable de l'édition des PEPs) concernent le document PEP en lui-même et son statut, ce peut expliquer le fait qu'il tend à être en fin de branche (en plus de sa position en début de branche), ses décisions n'appelant pas de réponse.

En intégrant les rôles interactif, rôles cognitif, épistémique et de coordination, on identifie d'autres profils dans la discussion:

- un administrateur (Martin) et un développeur (Aahz) dominent la dérive thématique de la discussion : Aahz tient et défend l'idée contenue dans la dérive et Martin régule cette idée, notamment en l'évaluant. En revanche, ils n'ont pas de rôle interactif particulier, traduisant éventuellement un rôle d'animateur : la discussion reste modérée par le chef de projet qui interrompt cette dérive ;

- un administrateur (Barry) qui assure la coordination concernant le document PEP ;
- Tim qui a un profil de super-expert se traduisant par une activité d'évaluation importante et une tendance à initier les branches de discussion.

Synthèse concernant les profils des participants

L'intégration de ces résultats nous permet de préciser que les rôles cognitif (évaluation, proposition) et épistémique (clarification) sont distribués sur l'ensemble des participants, quel que soit leur statut. Cependant, deux profils spécifiques se dégagent :

- les administrateurs ont un profil de super-experts :
  - ils ont un rôle interactif caractérisé par une participation et une influence importante ainsi qu'une tendance à occuper des débuts de branche de discussion ;
  - ils ont tendance à assurer un rôle épistémique de clarification.
- le chef de projet et le champion ont un profil d'animateur de la discussion :
  - ils ont un rôle interactif marqué par une participation et une influence importante, une position centrale dans le réseau de citations et une tendance à occuper des positions non neutres du point de vue de la gestion de l'interaction (début et fin de branche) ;
  - ils assurent un rôle de coordination. Cependant, si le rôle du champion semble porter sur la coordination du processus de conception, le rôle du chef de projet semble porter spécifiquement sur l'animation de la discussion à travers notamment la gestion de la dérive thématique et sa tendance aux activités de synthèse.

2.3 Rôles dans la discussion « centrée clarification » (PEP 285)

Dans cette section, nous nous intéressons plus spécifiquemen aux rôles (interactif, cognitif, épistémique et de coordination) des participants au processus PEP 285. Ces rôles seront dans un premier temps examinés globalement, au regard des statuts. Puis, nous nous intéresserons aux rôles individuels.

Rôles interactifs des participants en fonction du statut

La figure suivante (Figure 23) représente la discussion PEP 285, en fonction des statuts. Chaque statut est représenté par un symbole particulier : un rond pour le chef de projet-champion de ce PEP ; des triangles pour les administrateurs ; des rectangles pour les développeurs et des rectangles arrondis pour les utilisateurs. Par ailleurs, la participation commune aux listes orientées usage et conception est indiquée par des formes pleines. Chaque symbole porte également les initiales de l'auteur du message.

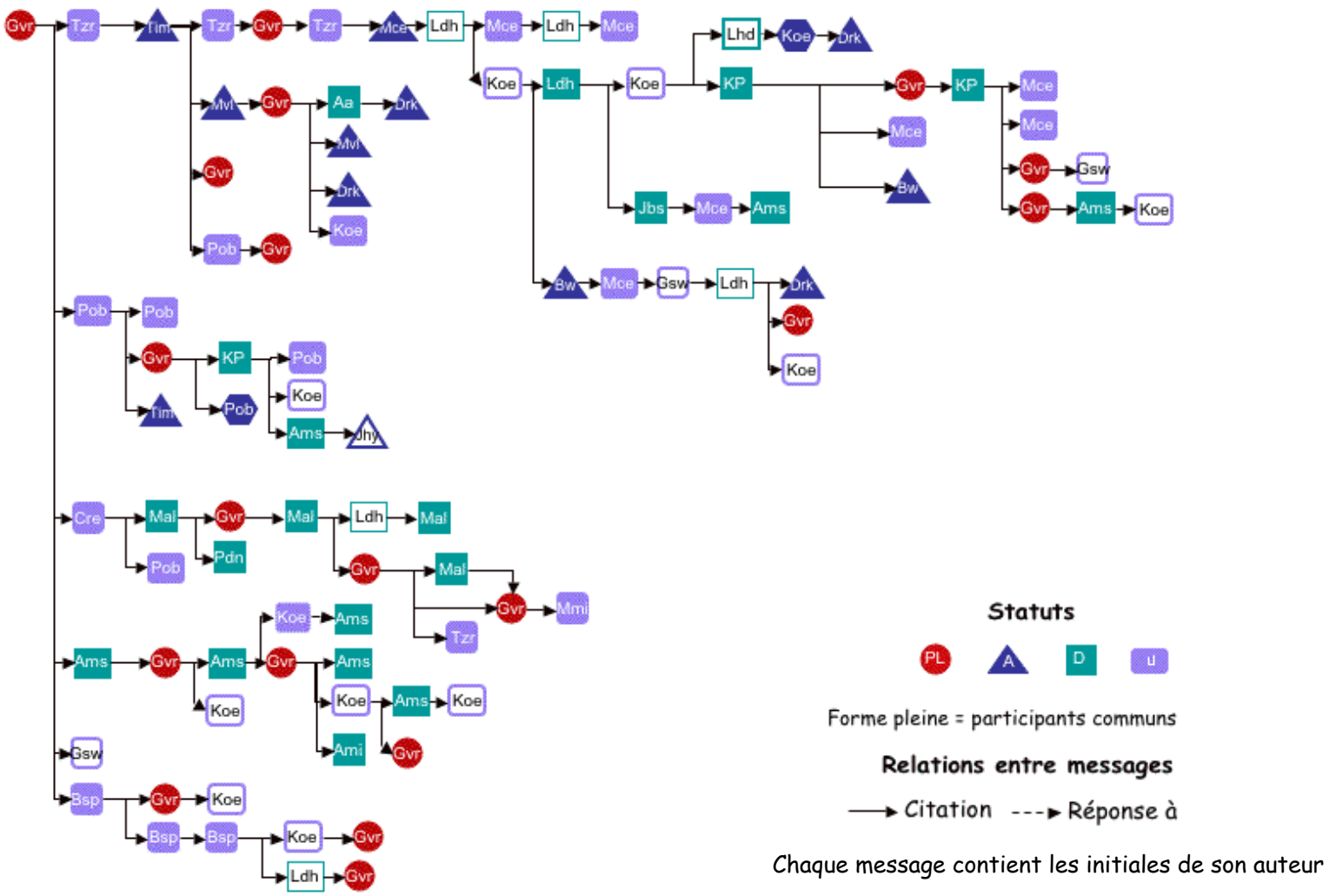


Figure 23 Représentation de la discussion PEP 285 en fonction des statuts

Le patron de la discussion PEP 285 semble différent de celui de la discussion PEP 279 : le chef de projet est toujours présent, mais la discussion semble animée de manière moins nette, par le champion (le chef de projet) ouvrant des branches de discussion. Il semble, également, que les utilisateurs participent davantage à cette discussion.

Nous allons affiner ces premières observations en analysant à l'aide de la figure les différentes dimensions du rôle interactif liées à la participation et à l'influence dans le projet :

- la répartition statutaire et la participation à la discussion en fonction du statut ;
- l'influence dans la discussion à partir du nombre de fois où un participant est cité et sa place dans la discussion (début de branche, fin de branche ou place linéaire) ;
- la forme du réseau de citations.

Participation à la discussion en fonction du statut

Le Tableau 19 présente les distributions du nombre de participants et de messages postés par participant en fonction de leur statut.

Statut	Effectifs participants PEP 285	Effectifs messages PEP 285	Messages par participant
PL-C	1 *(4%)*	18 *(19%)*	18
A	5 *(23%)*	11 *(12%)*	2
D	7 *(32%)*	25 *(27%)*	3
U	9 *(41%)*	40 *(42%)*	4
Total	*22*	*94*	*4*

Tableau 19 Distribution du nombre de participants et du nombre de messages postés en fonction du statut dans la discussion PEP 285

A la différence de la discussion précédente, la répartition statutaire dans la discussion « centrée clarification » suit celle des autres discussions PEPs se déroulant le même mois (χ^2 =7; ddl=3; p >0,05) (Tableaux 55 et 56 en annexe). Ce tableau nous permet de préciser la répartition statutaire dans cette discussion « centrée clarification » :

- le chef de projet reste le participant le plus prolifique individuellement (1/5 des messages à lui seul, soit 18 messages) ;
- les utilisateurs sont bien les deuxièmes participants les plus prolifiques, de manière globale et de manière individuelle : ils représentent un peu moins de la moitié des participants et des messages postés ;
- les développeurs représentent 1/3 des participants et postent 1/3 des messages, soit trois messages par développeur ;

- les administrateurs représentent 1/4 des participants, mais ils sont en retrait au niveau de la participation globale (environ 10% des messages) et individuelle.

Par ailleurs, il existe une relation forte (V^2 Cramer = 0,2) entre la distribution du nombre de messages postés par statut, en fonction du type de discussion (centrée « génération de solution » ou « clarification ») : la discussion « centrée clarification » est marquée par une tendance à plus forte participation des utilisateurs tant au niveau de leur nombre que de leur participation globale, alors que les développeurs ont tendance à moins participer (Tableaux 57 et 58 en annexe). Le chef de projet et les administrateurs participent, eux, dans les mêmes proportions.

Cette plus grande participation des utilisateurs peut s'expliquer par la nature du problème de conception posé (l'introduction des booléens dans le langage) dont on a vu dans les entretiens qu'il s'agit d'une demande forte des utilisateurs. Ces résultats permettent, également, de définir l'ensemble de participants qui sont engagés conjointement dans ce processus. Comme dans la discussion précédente, cet ensemble est composé d'une vingtaine de personnes sur les 83 participants aux discussions de conception ce mois-là : le chef de projet, l'ensemble des administrateurs du projet, sept développeurs (sur les 54 développeurs statutaires en 2002 et sur la trentaine de développeurs actifs ce mois la sur les discussions), et une dizaine d'utilisateurs. Ces participants sont en grande majorité des participants communs (77%, 17/22), excepté cinq utilisateurs.

Influence dans la discussion

Le Tableau 17 présente la répartition du nombre de fois où les participants sont cités en fonction du statut.

Statut	Effectifs citations PEP 279	Citations par participant
PL	26 *(28%)*	26
A	6 *(7%)*	1
D	31 *(33%)*	4
U	30 *(32%)*	4
Total	*93*	*4*

Tableau 20 Distribution du nombre citations par participants dans la discussion PEP 285

Ces résultats soulignent l'influence du chef de projet dans la discussion, puisqu'il est cité un nombre de fois supérieur au nombre de messages qu'il poste (Tableau 16). Il poste 18 messages et est cité 18 fois ; ce qui n'est pas le cas, globalement, pour les autres participants.

L'influence dans le projet est également liée à la place occupée dans la discussion, en fonction du statut, ce qui se traduit par certains patrons de discussion (Figure 24, Tableau 59 en annexe). Par exemple, on s'attend à ce qu'un participant qui est cité plus qu'il ne participe initie des branches (ce qui correspond à des citations multiples).

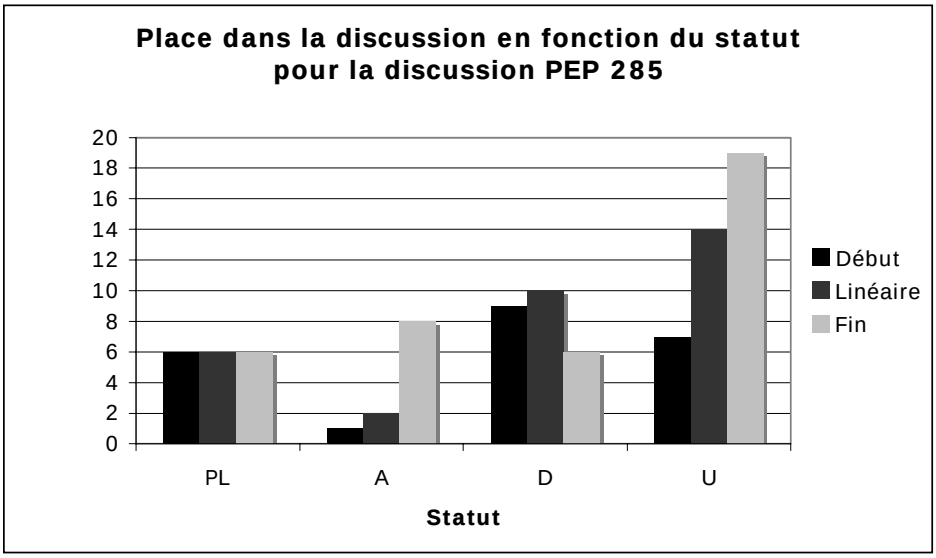


Figure 24 Distribution de la place en fonction du statut dans la discussion PEP 285

Cette figure nous permet de mettre en évidence que les participants occupent toutes les places dans la discussion et ce quel que soit leur statut. Il existe de façon globale une relation forte entre la place dans la discussion et le statut (V^2 Cramer=0,4). L'analyse des taux de liaisons locaux (Tableau 60 en annexe) nous permet de dégager les tendances à occuper des places particulières, ainsi :

- comme dans la discussion précédente, le chef de projet a tendance à être à la fin et au début des branches par rapport aux autres participants;
- les administrateurs et les utilisateurs ont tendance à être en fin de branche.

Réseau de citations

La Figure 25 (Tableau 61 en annexe) représente la distribution des citations entre les participants. Le participant en abscisse est le participant citant, les histogrammes représentent le nombre de fois où ces participants citent leurs collègues en fonction de leur statut.

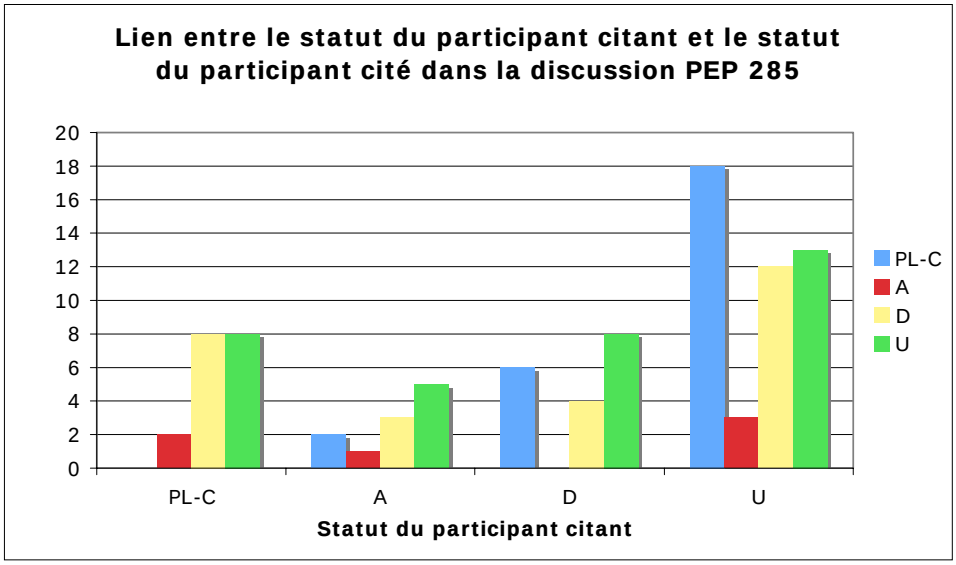


Figure 25 Distribution des statuts des participants cités et citant pour la discussion PEP 285

Cette figure nous permet de mettre en évidence que les participants se citent tous entre eux, sauf les développeurs qui ne citent aucun administrateur :

- les utilisateurs représentent la moitié des citations de l'ensemble des participants ;
- les développeurs représentent 1/4 des citations des participants, sauf le chef de projet pour lequel ils représentent la moitié des citations ;
- les administrateurs sont cités pour moitié par les utilisateurs ;
- les utilisateurs citent l'ensemble des statuts de manière quasi-équivalente.

La liaison globale entre le statut du participant cité et celui du participant citant est intermédiaire (V^2 Cramer=0,05). A partir des attractions entre les participants obtenues en calculant les taux de liaison, nous pouvons construire le réseau de citations de la discussion (Figure 26, tableau 62 en annexe). Ce graphe traduit donc les tendances principales à se citer et donc les liaisons préférentielles entre participants. Sur cette figure le sens de la flèche indique le sens de la citation (du participant citant vers le participant cité).

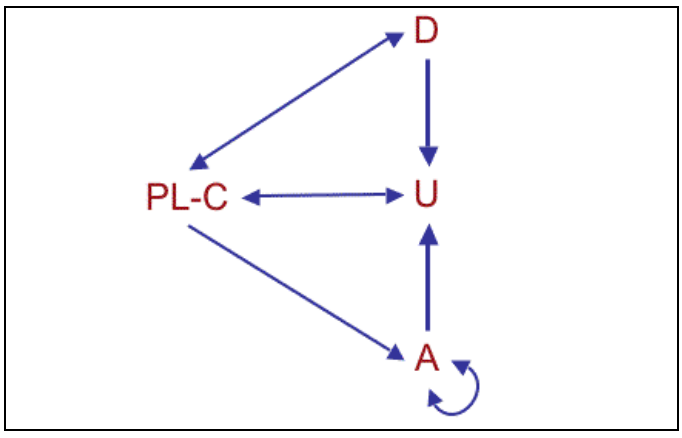


Figure 26 Graphe d'attraction « qui cite qui » en fonction du statut des participants PEP 285

On voit que le chef de projet et les utilisateurs sont liés de manière réciproque, et occupent deux centres du réseau. Le chef de projet fait le lien avec les développeurs de manière réciproque. Les autres relations sont univoques : du chef de projet vers les administrateurs et des administrateurs et des développeurs vers les utilisateurs. Ce réseau traduit la position centrale du chef de projet et des utilisateurs dans la discussion, cependant seul le chef de projet semble engagé d'une manière proactive dans la gestion de la discussion (il a tendance à citer tout le monde) alors que les utilisateurs ne sont en relation réciproque qu'avec le chef de projet, et ont une tendance à être cités par les autres participants.

Synthèse concernant le rôle interactif des participants en fonction de leur statut

L'intégration de ces résultats nous permet de montrer que seul le chef de projet semble avoir un rôle interactif d'animation dans cette discussion :

- c'est le participant individuel le plus important et celui qui a le plus d'influence ;
- il a tendance à initier et clore les branches de la discussion ;
- il occupe une position centrale et réciproque dans le réseau de citations.

Les utilisateurs sont également plus présents dans cette discussion « centrée clarification » que dans la discussion précédente « centrée génération de solution ». Ils occupent également une position centrale dans le réseau de citations, cependant leurs relations avec les autres participants sont univoques et ils ont tendance à clore les branches de la discussion.

L'analyse des rôles cognitif, épistémique et de coordination va nous permettre de préciser la nature du profil de ces participants.

Rôles cognitif, épistémique et de coordination en fonction du statut

Répartition des contributions en fonction du statut

Le Tableau 21 présente la distribution des contributions, en termes d'activité collaborative de conception, en fonction du statut des participants.

Statut	Effectif contributions	Contributions par participant
PL	48 *(25%)*	48
A	10 *(8%)*	3
D	45 *(24%)*	6
U	81 *(43%)*	9
Total	*190*	*9*

Tableau 21 Distribution des contributions en termes d'activités collaboratives de conception en fonction du statut pour la discussion PEP 285

Les utilisateurs contribuent globalement à près de la moitié des activités, les développeurs et le chef de projet à l'autre moitié. Une fois de plus, le chef de projet est le plus gros contributeur individuel. Les administrateurs sont plus en retrait.

Le relatif retrait des administrateurs, au niveau des activités de conception, peut être expliqué par le fait qu'il s'agit d'une proposition défendue par le chef de projet dans une discussion plus stratégique (introduction ou non des booléens), que technique.

Rôles cognitif, épistémique et de coordination en fonction du statut

La Figure 20 (Tableau 63 annexe) permet de préciser ces contributions en termes d'activités collaboratives de conception (activités dans les commentaires).

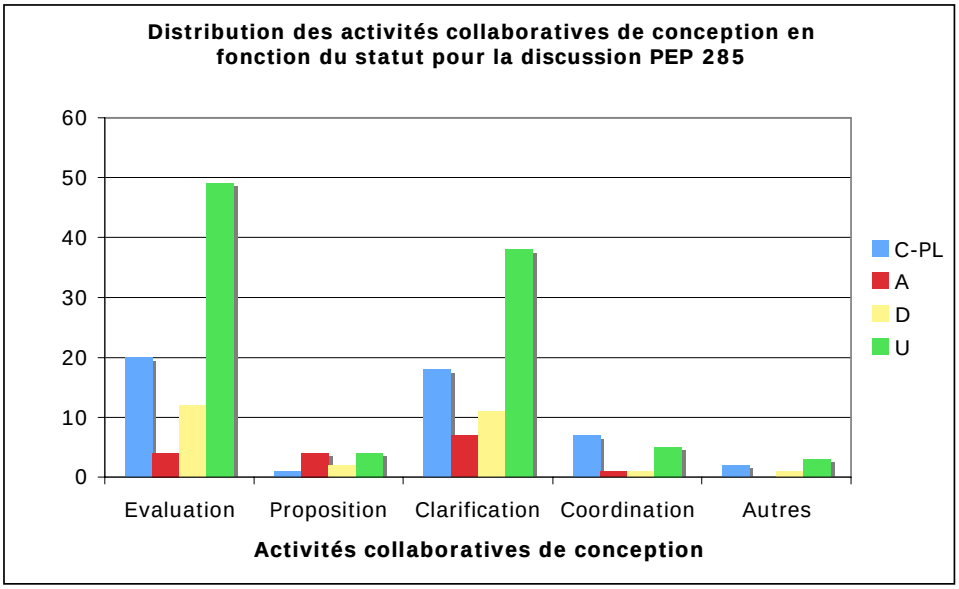


Figure 27 Distribution des activités collaboratives de conception en fonction du statut des participants pour PEP 285

L'ensemble des activités liées aux rôles cognitif et épistémique (évaluation, proposition et clarification) est pris en charge par les participants, quel que soit leur statut, mais dans des proportions différentes :

- le chef de projet et les utilisateurs dominent les activités d'évaluation et de clarification ;
- en revanche, ce sont les administrateurs et les utilisateurs qui dominent les activités de proposition (faibles par ailleurs).

Concernant le rôle de coordination, celui-ci est également distribué, mais le chef de projet assure la moitié des coordinations.

De manière globale, il existe une relation faible entre le statut et la nature des activités (V^2 Cramer=0,03). Cependant, l'analyse des taux de liaison locaux permet de préciser les tendances à mettre en œuvre telle ou telle activité en fonction du statut. La Figure 28 (Tableau 64 en annexe) présente le graphe d'attraction synthétisant ces tendances.

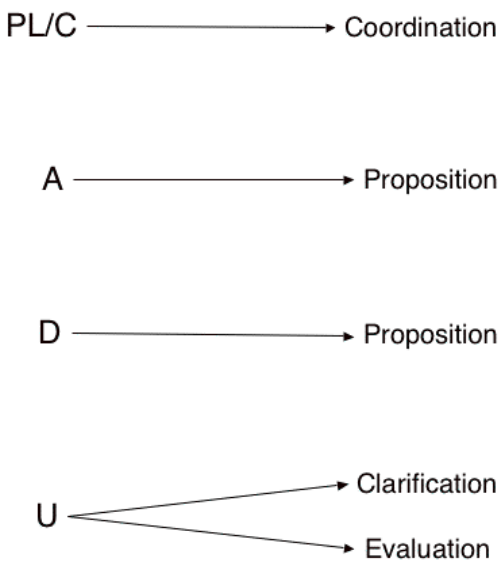


Figure 28 Graphe d'attraction activités-statut pour la discussion PEP 285

Dans cette discussion, le chef de projet a également tendance à être le porteur des activités de coordination. Cependant, on a vu que cette discussion est plus ouverte, elle génère moins d'alternatives de conception, les participants ne synthétisent pas et ne prennent pas de décisions explicites. Comme dans l'autre processus de conception, les utilisateurs mettent en œuvre des activités de clarification et d'évaluation. En revanche, les administrateurs ne semblent pas tenir le même rôle, puisqu'ils sont plus proposant que les autres participants, alors qu'ils étaient plus engagés dans des activités de clarification dans la discussion précédente.

Synthèse concernant le rôle des participants

L'analyse des activités confirme que le chef de projet a un rôle de coordination du processus de conception. En revanche, il ne semble pas assurer le même rôle de gestion de la discussion que dans la discussion précédente notamment par l'absence d'activités de synthèse. Les utilisateurs sont porteurs des mêmes rôles épistémique (clarification) et cognitif (évaluation) que dans la discussion précédente, allant de pair avec une tendance à occuper des positions linéaires ou en fin de branche de discussion.

Rôle individuel des participants

Nous avons analysé de manière plus fine les rôles interactif, cognitif, épistémique et de coordination des contributeurs les plus prolifiques[72] (Tableau 65 en annexe). Ce groupe est composé de six participants : le chef de projet, un développeur (David Ab) et quatre

[72] Ceux qui contribuent à plus du 3ème quartile de la distribution des contributions.

utilisateurs (Patrick, Christian, Andrew et Marc). Il n'y a aucun administrateur dans ce groupe, ce qui souligne, une nouvelle fois, leur position en retrait.

Concernant le rôle interactif de ces participants (outre le rôle du chef de projet que nous avons déjà décrit):

- tous sont de manière générale des participants forts et réguliers aux listes orientées usage et conception ;
- tous sont des participants forts à la discussion ;
- il existe une liaison faible entre le participant et la place qu'il occupe dans la discussion (V^2 Cramer=0,03). L'analyse des taux de liaison (Tableaux 68 et 69 en annexe) révèle que ces participants ont tendance à être en position linéaire ou en fin de branche de discussion (sauf le chef de projet).

La Figure 29 (Tableau 66 et, taux de liaison Tableau 67 en annexe) présente la distribution des activités collaboratives de conception pour ces participants, ce qui permet de préciser leurs rôles orientés vers la tâche.

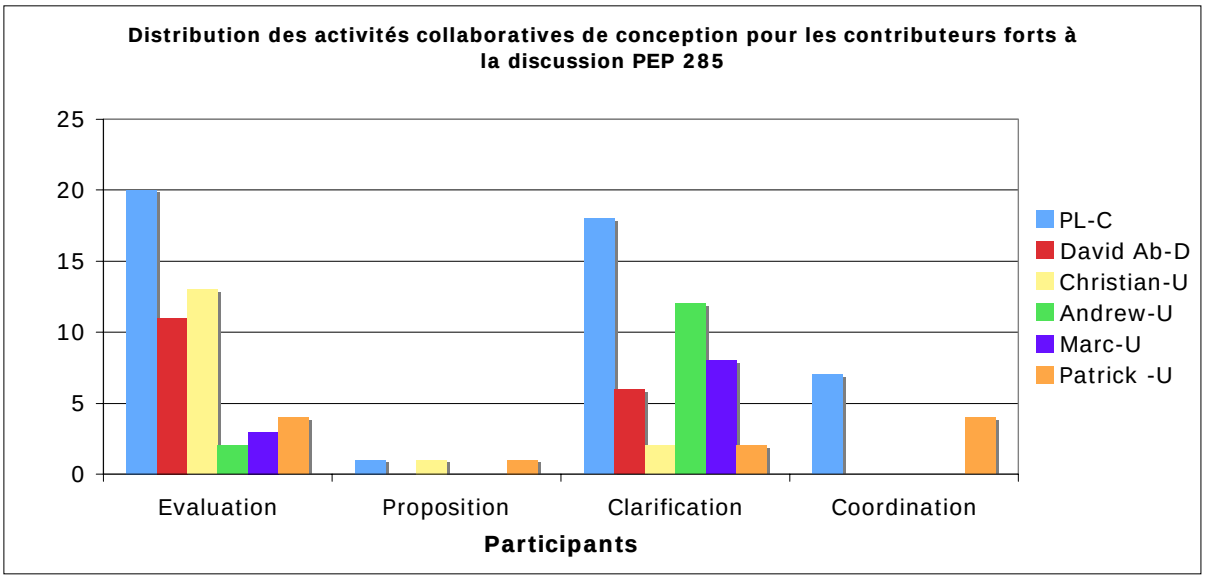


Figure 29 Distribution des activités collaboratives de conception des participants les plus forts pour la discussion PEP 285

Les rôles cognitifs d'évaluateur et de clarificateur sont assurés par l'ensemble de ces contributeurs, mais dans des proportions diverses :

- le champion, le développeur et un utilisateur (Christian) sont les principaux évaluateurs ;
- le chef de projet et un autre utilisateur (Andrew) sont les principaux clarificateurs.

Le rôle de proposant est peu important, ce qui est cohérent avec le fait que le processus donne lieu à peu de propositions d'alternatives de conception.

Le rôle de coordination est principalement assuré par le chef de projet, mais également par un utilisateur (Patrick) qui appelle notamment des demandes de synthèse.

En intégrant les rôles interactifs et les rôles cognitif et épistémique, on identifie d'autres profils dans la discussion :

- le chef de projet a un rôle d'évaluateur et de clarificateur individuel important, en plus du rôle de coordinateur que nous avons déjà mis en évidence ;
- le développeur et un utilisateur (Christian) ont un rôle d'évaluateur ;
- deux utilisateurs ont un rôle de clarificateur (Andrew et Marc).

Notons en outre que ces utilisateurs ne sont pas devenus développeurs du projet par la suite, ce qui peut traduire une implication dans cette discussion liée à leur intérêt pour le thème, et non à un positionnement stratégique de construction de renommée. Par ailleurs, dans cette discussion, douze participants sont les mêmes que dans la discussion précédente. Cependant, ils n'y ont les mêmes profils, hormis le chef de projet qui assure toujours un rôle de coordination. Par exemple, Tim, Martin, Barry et Aahz ont un niveau de participation moyen ou faible dans cette discussion, mais David Ab ou Patrick sont ici des contributeurs actifs alors que cela n'était pas le cas dans la discussion précédente. Ces derniers résultats soulignent l'association ponctuelle, des participants, en réseaux de conception locaux en fonction des problématiques de conception ainsi que la complémentarité des rôles dans ces réseaux.

Synthèse concernant les profils des participants

Comme dans la discussion précédente, la discussion « centrée clarification » est marquée par la distribution des rôles chez tous les participants, quel que soit leur statut. Cependant, les utilisateurs participent plus à cette discussion, ce qui nous permet de confimer qu'ils ont un profil orienté vers les rôles épistémique et cognitif. Concernant leur rôle interactif, ils ont une position centrale dans le réseau de citations mais de manière univoque (ils ont tendance à être cités mais ne citent pas autant en retour) et ils ont et une position linéaire dans la discussion. Malgré leur position centrale dans le réseau, le caractère univoque de leur interaction et le fait qu'ils ne mettent pas en œuvre d'activités de coordination font qu'ils n'ont pas un profil d'animateur.

Le profil d'animateur semble rester entre les mains du chef de projet, même s'il ne paraît pas assurer un rôle similaire de gestion de la discussion, notamment du fait de l'absence d'activité de synthèse dans la discussion.

3 Conclusion

3.1 Organisation et dynamique du processus de conception

Des schémas de discussion spécifiques dans les discussions de conception en ligne

Nous avons mis en évidence qu'il existe un schéma commun aux deux discussions PEPs : les premiers messages de la discussion abordent plusieurs thèmes qui sont ceux proposés initialement par les documents PEP. Les messages deviennent ensuite « mono-thématiques » en se spécialisant autour d'un thème de conception particulier. On notera toutefois une variante à ce schéma : la présence d'une dérive thématique dans la discussion PEP 279.

Ces schémas de discussion mettent en évidence une forte focalisation thématique dans les discussions de conception en ligne. Ce résultat est différent de ceux du champ de la communication médiatisée qui montrent que les thèmes ont tendance à disparaître dans des discussions en ligne plus ouvertes (p.ex. Herring, 1999).

Des discussions de conception quasi-synchrones

Nous avons montré que le traitement des thèmes de conception pouvait s'étaler sur plusieurs jours mais que des moments de quasi-synchronisme, à travers des regroupements temporels de messages (groupes de messages échangés en une à deux heures), existaient durant cette période : les développeurs échangent alors sur un thème quasiment en même temps, en phase avec ces moments de quasi-synchronisme.

Les discussions en ligne de conception ont donc bien certaines propriétés d'une conversation continûment ouverte. Mais, même sur une période de plusieurs jours, les thèmes de conception ne disparaissent pas du fait des relances et de la focalisation des discussions. Ce résultat est, là aussi, différent de ceux portant sur les discussions ouvertes qui voient une disparition des thèmes avec le temps (Herring, 1999).

Par ailleurs, les moments de quasi-synchronisme suggèrent que ces discussions sont également encadrées par des règles sociales, une autorité, même tempérée, (Conein, 2004a) régulant les interactions. Par exemple, un concepteur souhaitant intervenir sur un thème ne pourrait le faire de manière trop décalée – au niveau du contenu en tout cas- au risque de se faire reprendre par le chef de projet. Ces règles pourraient également avoir un effet sur le moment où un concepteur doit faire une intervention dans la discussion. De telles règles se rapprochent de celles de linguistique pragmatique : la nécessité de proximité, et de pertinence des interventions, lors d'échanges en face à face par exemple. Cependant, les règles encadrant les discussions en ligne, peuvent être ajustées au regard des représentations que les participants aux discussions en ligne développent concernant les délais de réponses aux messages (Tyler et Tang, 2003) : ce qui explique que des participants décalés temporellement puisse intervenir sans être repris, comme c'est le cas du participant néo-zélandais par exemple.

Des thèmes de discussion spécifiques marqués par des activités d'évaluation et de clarification

Si les discussions en ligne présentent un schéma thématique et temporel similaire, elles diffèrent de part la nature du thème principal de conception qu'elles abordent :

- la discussion PEP 279 est une discussion « centrée génération de solutions » qui se caractérise par un thème principal de discussion plus focalisé puisqu'il s'agit de choisir le nom de la nouvelle fonctionnalité ; ainsi que des activités marquées par l'évaluation et la proposition ;
- la discussion PEP 285 est une discussion centrée « clarification » qui se caractérise par un thème principal impliquant plus de discussions concernant les effets de l'introduction de la nouvelle fonctionnalité ; ainsi que des activités de clarification.

Malgré ces différences, l'activité d'évaluation est, comme dans les réunions de conception en face à face (Olson et al., 1992 ; d'Astous et al., 2004), l'activité la plus importante dans les discussions de conception en ligne: les activités d'évaluation constituant plus de 50% des activités des concepteurs. L'activité de clarification est elle aussi présente dans les discussions en ligne, en particulier dans la discussion « centrée clarification ». Cette activité semble néanmoins encadrée par le chef de projet qui n'hésite pas à différer des explications entre concepteurs et à les renvoyer vers d'autres fils de discussion. Cet encadrement traduit une volonté de conserver des discussions focalisées et plus faciles à retracer *a posteriori* par les participants. Il traduit également l'importance du besoin d'organisation des traces des discussions qui peuvent devenir touffues en l'absence de modération humaine. Par ailleurs, cet encadrement suggère qu'il existe des sous-espaces particuliers dans l'espace de discussion d'un projet : soit destinés aux discussions focalisées autour de thème de conception précis soit destinés à la construction d'un référentiel commun entre les concepteurs, pré-requis indispensable au succès de la conception à distance (Olson et Olson, 2000).

Dans les discussions, nous avons également relevé peu de synchronisation opératoire ou coordination. Ce résultat peut être expliqué par le fait que les discussions en ligne étudiées sont dédiées à des problèmes de conception particuliers et ne sont pas le lieu pour évoquer la répartition des tâches ; ce qui traduit une fois de plus la volonté de conserver des discussions focalisées.

Enfin, notons que l'activité de décision est peu présente dans la discussion, mais qu'il s'agit de décisions explicites du chef de projet. Ceci est une différence majeure avec les réunions de conception en co-présence dans lesquelles des décisions apparaissent plus implicites (Marty et Darses, 2001).

Dynamique cognitive et épistémique des discussions de conception en ligne

Nous avons analysé la dynamique des séquences d'activités à travers l'alternance entre citations et commentaires dans les discussions en ligne comme moyen pour reconstruire l'alternance des tours de parole entre concepteurs. Dans les deux discussions en ligne, nous

avons pu vérifier que les participants font un usage généralisé de la citation électronique (plus de 90% des messages comportent au moins une citation électronique dans les discussions analysées). Ces résultats étendent ceux mis en évidence dans le champ de la communication médiée (Eklundh et al ., 1994 ; Herring, 1999 ; Eklundh et al., 2004) qui montrent que l'usage de la citation électronique est répandu dans les discussions en ligne « ouvertes ».

L'usage de la citation électronique reste néanmoins sélectif : les concepteurs sélectionnent des citations potentiellement porteuses d'informations pertinentes pour la conception (environ 70% des messages ne comportent qu'une citation et ne reprennent qu'une partie du message cité) et peuvent composer des messages complexes comportant des citations sélectionnées dans plusieurs messages (environ 20% des messages). Nous avons vu que cette segmentation alliée à la sélection des citations contribuent à mettre en place le cadre participatif de la discussion de conception en ligne (p.ex. Marcoccia, 2004a).

Des séquences d'activités similaires à celles dans les échanges de conception en face à face (d'Astous et al., 2004, 2001) sont retrouvées dans les discussions de conception en ligne:

- les séquences « évaluation-évaluation » traduisant des divergences ou des convergences entre participants ;
- les séquences « proposition-évaluation » qui traduisent le mouvement de « génération – évaluation de solutions » décrit dans la littérature (Visser et al., 2004) ;
- ou encore les séquences de « clarification-clarification » qui sont présentes, en particulier, dans la dérive thématique de la discussion « centrée conception » et dans la discussion « centrée clarification » et qui visent à se construire une représentation commune du problème de conception et de ses implications pour le langage.

3.2 Rôles des participants aux processus de conception

La deuxième série de résultats concerne la dynamique sociocognitive des discussions en ligne à travers l'analyse des rôles (interactifs, cognitifs, épistémiques et de coordination) des participants.

Des discussions dominées par des réseaux locaux de conception composés d'utilisateurs et de développeurs

Les discussions de conception que nous avons analysées mettent en évidence que les processus de conception sont dominés par des ensembles d'une vingtaine de participants collaborant pour résoudre les problèmes de conception. Nous proposons de considérer que ces ensembles sont des réseaux[73] locaux de conception dans le sens où ils se créent pour répondre à un problème de conception spécifique. Ces réseaux sont, dans les deux discussions étudiées, constitués d'un noyau dur de participants (le chef de projet et les administrateurs) auxquels

[73] Nous empruntons ici le concept de réseau développé par Bourdon et Weill-Fassina (1994) pour décrire des ensembles d'opérateurs qui se structurent pour répondre à un événement particulier.

viennent s'ajouter des utilisateurs et une fraction des développeurs du projet (1/5 pour les discussions étudiées). Ces réseaux sont donc composés de sous-ensembles de la communauté des utilisateurs de Python.

Des utilisateurs clarificateurs et évaluateurs interagissant majoritairement avec le chef de projet dans les processus de conception

Nous mettons ainsi en évidence que le processus de conception est bien ouvert aux utilisateurs du projet. Nous montrons, par ailleurs, que les rôles cognitifs (évaluation-génération de solution) et épistémiques (clarification) sont pris en charge par l'ensemble des participants, y compris les utilisateurs.

Ces profils se traduisent par un rôle interactif caractérisé par une position neutre dans la discussion ou en fin de branche de discussions. Dans la discussion « centrée clarification », le rôle interactif des utilisateurs se traduit par une forte implication et une position centrale dans le réseau de citations, même si cette position reste univoque (les utilisateurs sont cités mais ne citent pas autant en retour) par rapport aux autres participants, sauf avec le chef de projet, et cela dans les deux discussions. Cette présence plus importante des utilisateurs traduit un intérêt pour le thème de conception discuté, qui a potentiellement plus d'implications pour leur activité (introduction des booléens).

Des développeurs et administrateurs clarificateurs et proposants

Les développeurs mettent en œuvre l'ensemble des activités cognitives et épistémiques au même titre que les utilisateurs, même s'ils ont tendance à être des proposants. Ce rôle apparaît donc comme complémentaires de celui des utilisateurs. Leur rôle interactif se caractérise par une position linéaire ou en fin de branche et ils ont tendance à interagir avec les administrateurs et le champion et/ou le chef de projet.

Les administrateurs ont tendance à être plus influents et à contribuer davantage dans la discussion « centrée génération de solution », dans laquelle ils sont centrés, dans leur ensemble, sur la clarification. Dans cette discussion, un administrateur super-expert du projet (Tim) occupe un rôle d'évaluateur, en début de branche. Deux autres participants (un administrateur et un développeur) sont plus actifs dans la dérive thématique traduisant des intérêts différents dans la discussion. De manière générale, les administrateurs et les développeurs sont plus présents dans cette discussion, ce qui peut également traduire des mécanismes de soutien du champion, qui deviendra administrateur du projet l'année suivante, mais également une focalisation plus importante sur des activités génératives de conception dans cette discussion.

Profils d'animateurs du chef de projet et du champion

Un invariant de ces deux discussions est le chef de projet qui tient un rôle de coordination du processus de conception et un profil d'animation des discussions en ligne. Il s'agit de la personne qui participe le plus fortement, qui est la plus influente et qui contribue le plus,

notamment par des activités de coordination, de synthèse et des décisions explicites. Ce profil se traduit, également, par un rôle interactif spécifique : il a tendance à occuper des positions qui ne sont pas neutres du point de vue de la gestion de l'interaction (début de branche ou clôture) et il est au centre des réseaux de citations, liant les développeurs et les utilisateurs.

Dans la discussion « centrée génération de solution », ce rôle est également occupé par le champion du PEP, qui est le deuxième participant le plus fort : il assure également un rôle de coordination du processus de conception. Le champion tient également un rôle interactif spécifique, qui se traduit par une place privilégiée en début de branche dans les discussions. Par contre, il n'est pas animateur de la discussion.

Cette prégnance du champion et du chef de projet correspond à ce que l'on attend de leur statut puisque le champion est en charge de « faire discuter » son PEP et que le chef de projet est le garant du processus de conception. Ces résultats confirment, en partie, ceux de Mahendran (2002) et nos propres résultats tirés des entretiens, concernant l'importance du chef de projet. Ils nuancent, cependant, une certaine vision véhiculée dans le projet Python concernant la dynamique du processus de conception : il est certes encadré par le chef de projet, mais il n'est pas fermé et on met bien en évidence la dynamique de la recherche de consensus dans le projet plus qu'une démarche autoritaire ou d'influence.

Chapitre 10 Perspective diachronique du processus de conception et de la participation

Ce chapitre adopte une perspective diachronique sur le processus de conception concernant une proposition « poussée » par les utilisateurs. Il se centre sur les deux principales listes du projet, ainsi que sur les co-actions dans les espaces de documentation et d'implémentation du projet. Il répond à un double objectif. D'une part, il s'agit de caractériser la dynamique temporelle et l'organisation du processus de conception selon une perspective diachronique : de l'émergence du besoin à son implémentation. Pour cela, nous comparerons deux étapes d'un même processus de conception continu : l'une ayant abouti à un PEP (Python Enhancement Proposal) accepté et l'autre non. D'autre part, il s'agit de déterminer les différents rôles des protagonistes de la conception. Nous nous intéresserons en particulier à caractériser la place des utilisateurs et le rôle de participants clés, les cross-participants, en tant que potentiels acteurs d'interface entre usage et conception[74].

1 Méthode : analyse de traces des espaces d'activité et entretiens semi-dirigés

1.1 Sélection et recueil de données

Identification d'un PEP poussé par les utilisateurs

Les entretiens que nous avons réalisés avec les utilisateurs de Python (chapitre 8) nous ont permis d'identifier plusieurs types d'évolutions du langage associés aux PEPs : des évolutions liées au domaine informatique (avancées liées à la recherche, besoins poussés par d'autres langages) et des évolutions liées aux domaines d'application.

Les interviewés nous ont ainsi permis d'identifier des PEPs provenant du projet Zope (domaine du Web, PEP 245 par exemple) et un PEP utile pour les applications financières (PEP 327) qui porte sur l'introduction d'un module décimal[75] dans la bibliothèque standard de Python. Compte tenu du fait qu'il existe un lien fort entre le projet Zope et les développeurs de Python (certains développeurs du projet Zope sont également développeurs de Python), nous avons préféré choisir le PEP 327. Son champion est un utilisateur (utilisateur-champion, UC), nouvel arrivant dans le projet (moins de 6 mois d'ancienneté)[76] et

[74] Ce chapitre a donné lieu à deux publications dans des revues (Barcellini et al., 2008c ; Barcellini et al., à paraître), deux publications dans des conférences internationales (Barcellini et al., 2006b ; Barcellini et al., 2007c), un chapitre d'ouvrage (Détienne et al., à paraître). Les aspects méthodologiques ont été publiés dans deux conférences nationales (Barcellini et al. 2007d ; Détienne et al., 2007).

[75] qui permet de mieux gérer les arrondis dans le calcul décimal

[76] Nous avons déterminé cette ancienneté à partir du premier message sur la liste orientée usage.

ce PEP est un cas d'étude plus « générique » du potentiel impact d'une communauté d'utilisateurs sur la conception du langage.

Recueil de données

Afin de reconstruire l'historique et la dynamique de ce processus de conception, nous avons recueilli des traces dans les trois espaces d'activité du projet.

Dans l'espace de discussion

Les données concernant ce PEP ont été recueillies manuellement en recherchant des mots-clés dans les sujets des messages archivés dans la liste orientée usage (python-list) et dans la liste orientée conception (python-dev) (http://mail.python.org/pipermail/python-list/ ou /python-dev/). Nous avons également fait une recherche sur le nom de l'utilisateur-champion. Les mots-clés que nous avons utilisés sont : decimal, money, currency, fixed-point (l'ancienne solution qui permettait de résoudre les problèmes liés aux arrondis dans le calcul décimal) et le nom de l'utilisateur-champion. La recherche par mots-clés s'accompagnait d'une lecture rapide de chaque message pour s'assurer qu'il traitait bien du problème de conception considéré (voir O'Shea et Exton, 2005 pour la mise en œuvre d'une méthode similaire). Si une discussion identifiée émergeait d'un fil de discussion père, nous le collections également.

Les données ainsi recueillies ont été divisées en deux corpora sur la base de la formalisation, ou non, de la proposition sous forme d'un PEP accepté. Leurs caractéristiques (nombre de discussions, nombre total de messages envoyés, nombre de participants par liste) sont décrites dans le Tableau 22 :

- le premier corpus concerne les discussions qui n'ont pas abouti à une formalisation officielle de la proposition d'évolution, sous forme de PEP. Ce corpus, appelé « proposition rejetée », s'étend de mai 2001 au jour d'octobre 2003 précédant le premier message de l'utilisateur-champion sur ce thème ;
- le second corpus correspond aux discussions qui ont abouti à une formalisation officielle sous forme de PEP. Nous appelons ce corpus « proposition acceptée »; il s'étend d'octobre 2003 à mai 2006.

	Proposition rejetée		**Proposition acceptée**	
Effectifs	*Liste usage*	*Liste conception*	*Liste usage*	*Liste conception*
Discussions	10	6	22	29
Participants	66	22	95	48
Messages	192	122	340	406

Tableau 22 Description des deux corpora portant sur la proposition décimal

Dans les espaces de documentation et d'implémentation
Dans ces espaces, les révisions du code liées au module décimal, ainsi que les révisions des documents PEP sont archivées à l'aide du logiciel Subversion (*SVN*) (http://*SVN*.python.org/view/). Ces révisions contiennent l'ensemble des modifications du code et des documents, leurs dates, leurs contenus et leurs auteurs. Nous avons recherché manuellement dans ces archives les révisions concernant le module « decimal » (espace d'implémentation) ou le PEP 327 (espace de documentation).

Cette recherche ne concerne que la proposition acceptée car aucun PEP concernant l'introduction d'un module décimal n'a été enregistré auparavant. La première tentative de création d'un module décimal, annoncé sur les listes en mai 2001, était restée dans le répertoire « sandbox » du projet, c'est-à-dire dans le domaine du travail à faire.

Nous avons ainsi recueilli 44 révisions concernant le module « décimal » du 1er juillet 2004 (déplacement du module vers un répertoire actif et 1ère révision) au 11 mai 2006.

Concernant le document PEP 327, nous avons recueilli neuf révisions du 29 janvier 2004 (acceptation officielle du PEP et création du premier document) au 27 juin 2005 (dernière révision archivée).

Dans l'espace de documentation, nous avons également récupéré cinq articles sur le *blog* de l'utilisateur-champion, traitant de la conception du module decimal (www.taniquetil.com.ar).

1.2 Organisation du processus de conception continu

Dynamique du processus de conception
Nous avons caractérisé l'organisation du processus de conception suivant quatre dimensions en parallèle sur la liste orientée usage et la liste orientée conception et pour chaque corpus[77].

- l'organisation chronologique globale des discussions qui consiste à identifier le sujet des discussions et les dates du premier et du dernier message envoyés dans cette discussion. Chaque discussion peut ensuite être positionnée sur une échelle temporelle ;
- les étapes du processus de conception auxquelles appartiennent les discussions sont identifiées sur la base de leur intitulé (sujet des messages) et d'une lecture rapide du contenu des messages. Les discussions sont alors regroupées autour des étapes suivantes du processus de conception : élicitation des besoins, formalisation des propositions sous forme d'un document pre-PEP discuté, conception formalisée des spécifications dans le document PEP, raffinements de la conception, valorisation du nouveau module dans le projet, rédaction de tutoriels, évolutions et corrections des dysfonctionnements ;

[77] Pour rappel, la liste orientée usage est destinée à traiter les questions générales liées à l'usage de Python ; la liste orientée conception est dédiée spécifiquement aux discussions de conception.

- le délai temporel entre les étapes du processus qui est un indicateur du suivi dans les discussions concernant la proposition. On le calcule à partir du délai moyen entre les dates auxquelles débute chaque discussion ;
- la présence, ou non, de discussions de même thème en parallèle sur les deux listes de discussion qui est considérée comme un indicateur de la cohérence entre les thèmes de conception discutés sur les listes orientées usage et développement. Il s'agit des discussions qui ont le même sujet et qui se chevauchent temporellement dans les deux listes.

Participation globale au processus de conception continu dans l'espace de discussion

La participation au processus de conception continu est identifiée à travers deux dimensions : la régularité et la présence de participants communs et de cross-participants (CP) aux deux listes. Ces dimensions seront mises en relation avec les statuts des participants.

Régularité de la participation

La régularité de la participation est considérée comme un indicateur d'une plus grande implication dans le processus de conception. La régularité est mesurée dans chaque liste à partir du nombre de discussions auxquelles une personne participe. Cette mesure est effectuée pour chaque liste et pour chaque corpus. Elle correspond à la régularité de par à chacune des étapes du processus de conception correspondant à chaque corpus[78] :

- les participants sont dits *réguliers* quand ils participent à plus du 3ème quartile du nombre de discussions (Q3=2 dans les discussions de la proposition rejetée sur les deux listes, et Q3=1 sur la liste orientée usage et Q3=2 sur la liste orientée conception pour la proposition acceptée) (l'ensemble des statistiques descriptives des deux corpora est disponible dans les Tableaux 70 et 71 en annexe) ;
- les autres participants sont des participants dits *occasionnels*.

Participation commune et participation croisée

Les participants communs aux deux listes de discussion pour chaque corpus sont les personnes qui postent au moins un message sur chacune des deux listes. Pour identifier ces participants, nous avons comparé les listes des participants à chaque liste, pour chaque corpus.

Une sous-catégorie de ces participants est constituée par les personnes qui participent de façon croisée dans les listes usage et conception, sur des discussions de même thème se déroulant en parallèle. Ces personnes sont appelées des cross-participants.

[78] Notons qu'au chapitre 7 cette régularité était mesurée sur une année, il s'agit donc dans ce chapitre de mesurée la régularité propre au processus de conception considéré.

Pour identifier les cross-participants, nous avons comparé les listes des participants aux discussions parallèles de même thème sur les listes orientées usage et conception. Nous avons également vérifié qu'il ne s'agissait pas de cross-posting (Kollock et Smith, 1996 ; Whittaker et al., 1998) : les cross-participants postent des messages différents sur les deux listes.

Nous supposons que ces cross-participants ont un statut particulier dans le processus, et peuvent potentiellement jouer le rôle d'acteurs d'interface entre les développeurs et les utilisateurs.

Statut des participants
Dans ces discussions, nous considérerons cinq statuts différents :

- le chef de projet (PL) ;
- les administrateurs (A) ;
- les développeurs (D) ;
- l'utilisateur- champion du PEP (U-C) ;
- les utilisateurs.

Nous avons identifié les administrateurs et les développeurs du projet au chapitre 7 ; la liste des développeurs du projet est disponible en annexe du chapitre 7. Les autres participants seront considérés comme des utilisateurs.

Participation globale dans les espaces de documentation et d'implémentation
Dans les espaces de documentation et d'implémentation, nous avons recueilli les noms des auteurs des révisions du document PEP 327 et du module « decimal » ainsi que des références explicites aux contributions d'autres participants dans les révisions. Une norme sociale des projets LOS impose, en effet, aux développeurs statutaires modifiant le code de préciser s'ils ne sont pas les auteurs principaux de la modification.

1.3 Rôles des participants dans les discussions parallèles de même thème

De manière analogue au chapitre précédent, le rôle des participants est appréhendé au travers d'analyses structurelles et d'analyses de contenu des échanges, en termes d'activité collaborative de conception, mais également d'échanges de connaissances et d'activités liées aux relations interpersonnelles qui sont des composantes essentielles du rôle d'acteurs d'interface.

Nous avons analysé de manière plus fine le rôle des cross-participants, en tant que candidats pour être des acteurs d'interface privilégiés entre la communauté des concepteurs et celle des utilisateurs. Nous analyserons le rôle des participants dans les discussions parallèles de même thème uniquement, soit cinq discussions, 208 messages correspondant à 12000 lignes de texte (Le Tableau 72 en annexe décrit les discussions codées).

Analyse structurelle : analyse du rôle interactif

Comme dans la précédente étude (perspective synchronique), la dimension interactive du rôle des participants sera appréhendée à travers des analyses structurelles portant sur :

- le degré de participation aux discussions en termes de nombre de messages postés;
- l'influence du participant en termes de nombres de fois où il est cité et sa place dans un réseau de citations correspondant à la tendance qu'ont les participants à se citer les uns les autres. Nous rappelons que le réseau de citations est un réseau pour lequel le lien entre les participants (les nœuds) est le lien de citation (telle personne a tendance à citer telle autre). Le réseau de citations entre participants est obtenu à partir des taux de liaison entre les participants qui se citent. On représentera le réseau de citations à partir des liaisons positives (des attractions) entre les participants se citant ;
- la place dans le patron de la discussion. Nous rappelons que trois places sont déterminées à l'aide de la représentation des discussions basée sur le lien de citation entre les messages:
  - le début de branche : un message est cité par plusieurs autres messages ;
  - la place linéaire : un message est cité par un seul autre message ;
  - la clôture de branche : un message n'est pas cité.

On considère que les places de début et de clôture ne sont pas neutres du point de vue de la gestion de l'interaction, puisqu'elles peuvent correspondre à des ouvertures ou fermetures de tours de parole en face à face.

Analyse de contenu : analyse des rôles orientés vers la tâche et du rôle socio-relationnel

Nous avons codé les activités collaboratives de conception reflétant la fonction des tours de parole entre les participants, ainsi que la nature des connaissances échangées dans les discussions. Notre corpus est segmenté en unités de codage qui correspondent aux commentaires ajoutés aux citations dans les messages électroniques ; ce commentaire correspondant à un tour de parole dans les discussions en face à face.

Le schéma de codage que nous employons ici est une version étendue de celui employé au chapitre précédent. Nous avons ajouté une catégorie caractérisant le rôle socio-relationnel à travers les mises en œuvre d'activités visant à favoriser les relations interpersonnelles (Tableau 23). Les rôles cognitif et épistémique sont déterminés à partir du codage des activités de proposition, évaluation et clarification. Le rôle de coordination est caractérisé à partir des activités de coordination, de synthèse et de prise de décision.

Rôles	Activités	Description	Exemples
Rôle cognitif et épistémique	*Proposition*	Un participant propose un nouveau thème de conception ou une nouvelle alternative. Pour identifier cette activité, nous avons repéré les expressions comme How about...?, Why not...?, to propose", "to add"	*I'd like to add (name_function)* *How about doing it both ways… ?*
	Evaluation	Un participant est d'accord ou non avec une proposition. Cette activité est identifiée par les verbes to like, to agree, to prefer, ou les expressions comme yes, no, indeed, of course, great, sure", or +1, -179	*-1. It looks like a noun to me* *Now, that's a great idea*
	Clarification	Un participant propose une explication ou clarifie un point non compris.	*As I said earlier in the msg, (…) I had in mind above* *Is this about the example below?*
Rôle de coordination	*Coordination*	Un participant modère la discussion ou remet une tâche à plus tard.	*I think that #3 probably fits better in the new PEP you were gonna write for #4* *When you send xxx your update to the PEP reflecting this, he can mark it Accepted*
	Synthèse	Un participant récapitule ce qui a été discuté, sous forme de listes d'énumération par exemple.	*Okay, here's what we have so far : Enum (…) Indexer (…)*
	Décision explicite	Validation explicite et définitive d'une alternative de conception.	*3. gen exception passing --> deferred, needs case building : (PL) OK (or you could give up now while you're ahead :-)*
Rôle socio-relationnel	*Relations interpersonnelles*	Remerciement, reconnaissance du travail d'autrui, proposition d'aide	*The code of the Money class is based in large part on the code of yy' FixedPoint: thank you for your (very) valuable ideas.*
	Autres	Humour par exemple	*Yeah, if I left Python's design to xx, it would become quite the clever hack.*

Tableau 23 Schéma de codage des activités collaboratives de conception et des relations interpersonnelles

Le codage des rôles des participants est affiné à partir de la description de la nature des connaissances échangées. Le tableau suivant (Tableau 24) décrit le schéma de codage des connaissances échangées lors du processus. Il a été élaboré à l'aide de la littérature portant sur la nature des connaissances véhiculées dans un processus de conception (présentées au chapitre 3) distinguant les connaissances liées aux domaines d'application et à l'usage, de celles liées au domaine informatique. Nous avons complété ce schéma avec des connaissances spécifiques à la situation de conception logicielle qui nous intéresse (apports de code et d'exemples, références à d'autres discussions).

[79] Manière de voter en ligne inspirée du projet Apache.

Catégories de connaissances	Connaissances	Description	Exemples
Domaines d'application	*Domaine du calcul décimal*	Informations liées au standard en vigueur dans le calcul décimal	*The Decimal data type (…) must comply the decimal arithmetic ANSI standard X3.274-1996.*
	Domaine financier	Informations liées aux diverses lois et réglementations dans le domaine financier	*Found it -- article 5 of the Council Regulation which established the Euro" a few years ago is titled "Rounding" and specifies (…)*
Domaine informatique	*Règles de programmation*	Evocation de règles de programmation	*You can control something based on the type of a destination only via augmented assignment.*
	Règles spécifiques à Python	Références aux spécificités et aux règles de programmation liées à Python	*Also, making mutable numbers (…) is not very Pythonic.* *As the Zen of Python puts it (…)*
	Autres langages de programmation	Comparaison avec d'autres langages de programmation (Java, C++, Cobol…)	*For example, for multiplication Java's BigDecimal class (…)*
Exemples et code	*Exemples et code*	Référence à un exemple explicatif pour illustrer une proposition ou un besoin; proposition de code	*because for example with a precision of 9, Decimal(35) + 1.2 is OK but Decimal(35) + 1.1 raises an error)*
Usage-Expérience	*Expérience personnelle*	Référence à une expérience personnelle au travail, dans le domaine financier, ou en programmation	*Having had to deal with monetary calculations , laws and accountant. (…).* *The toy Decimal I'm playing with*
	Utilisateur final	Evocation des utilisateurs finaux au cours du processus (les comptables, les financiers …)	*it IS what accountants *DO* -- and if one writes accounting software one should really play by their rules*
	Utilisateur-programmeur	Evocation d'utilisateurs ayant des compétences en programmation	*I think that expert programmers will have little difficulty parameterizing their operations.*
	Utilisateur générique	Evocation de l'utilisateur sans préciser son domaine de compétence	*Naive users will always _believe_ that they're getting "good" precision*
	Usage-utilisabilité	Enjeux liés à l'usage et à l'utilisabilité du futur module	*The resulting decimal type, however, may not be highly usable for some kinds of monetary computations.*
	Scénario	Simulation de conditions et de contraintes liées à l'usage réel du module	*Would it be acceptable to carry around the "exact" amount and then say (..) to a customer who owns 1000 units of the stock, that he must pay a charge of 6.168209 dollars or euros*
Références explicites	*Instanciation*	Référence explicite à une personne	*This wouldn't have been possible without the help from yy, xx (…)*
	Même discussion ou autres discussions	Référence à un message dans une discussion précédente ou dans une autre liste de discussion.	*I've followed up to xx's similar post on Python-dev* *This subject has been already discussed in c.l.p (python-list)*

Tableau 24 Schéma de codage des connaissances échangées dans le processus de conception

Entretiens semi-dirigés avec des participants aux processus

En complément de l'analyse des traces du processus de conception, nous avons réalisé trois entretiens épistolaires et un entretien en face à face avec des participants à ce processus de conception : l'utilisateur-champion, le chef de projet, un cross-participant/développeur et un utilisateur (devenu depuis développeur).

Les entretiens épistolaires ont consisté en l'échange de trois à quatre messages, principalement limités par la disponibilité des participants, ce qui correspond à environ 1500 lignes de texte. L'entretien en face à face avec le chef de projet a duré 40 mins (200 lignes de texte), compte tenu de sa disponibilité.

Les entretiens se déroulaient en deux parties : une première était consacrée aux questions générales que nous avons décrites au chapitre 8[80] ; une seconde partie portait spécifiquement sur le processus de conception lié au PEP 327. Dans cette seconde partie, il était demandé aux interviewés de retracer l'histoire du processus de conception, leurs formes de participation et celles des autres.

2 Résultats

2.1 Organisation du processus de conception continu

Notre objectif est, ici, de comparer l'organisation de deux étapes à l'intérieur du processus de conception continu « décimal » : l'une correspondant à la proposition rejetée et l'autre aboutissant à la proposition acceptée ; de façon à pouvoir déterminer les caractéristiques spécifiques éventuelles de ces deux étapes. Cette comparaison portera :

- sur l'organisation temporelle du processus dans les trois espaces d'activité : la liste orientée usage et la liste orientée conception, et les espaces de documentation et d'implémentation ;
- sur les différences en termes de participation en fonction du statut dans ces deux étapes ;
- sur la régularité de la participation dans les deux discussions, ainsi que la présence ou non de participants communs ou de cross-participants.

Organisation chronologique du processus de conception dans les trois espaces d'activité

Les figures suivantes (Figure 30 pour la proposition rejetée et Figure 31 pour la proposition acceptée) mettent en évidence l'organisation chronologique du processus de conception portant sur l'introduction du module décimal, dans les trois espaces d'activité. L'espace de documentation est représenté en haut de la figure, il est séparé de l'espace de discussion par un trait noir épais, qui est lui même séparé de l'espace d'implémentation par un autre trait noir. Les actions dans les différents espaces sont symbolisées par un point noir. Les discussions correspondant à des mêmes phases du processus de conception ont été entourées.

[80] Ces premières séries ont donc été prises en compte au chapitre 8.

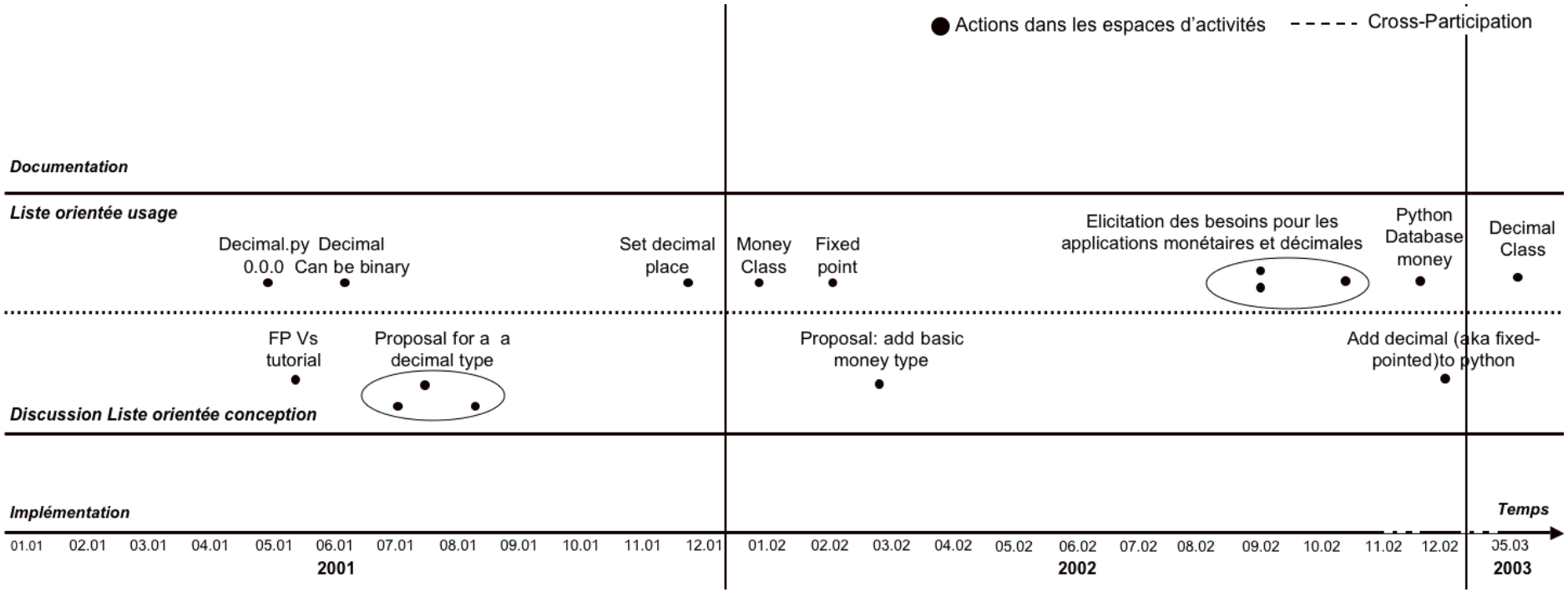


Figure 30 Représentation de la proposition rejetée du processus de conception décimal dans les trois espaces d'activité

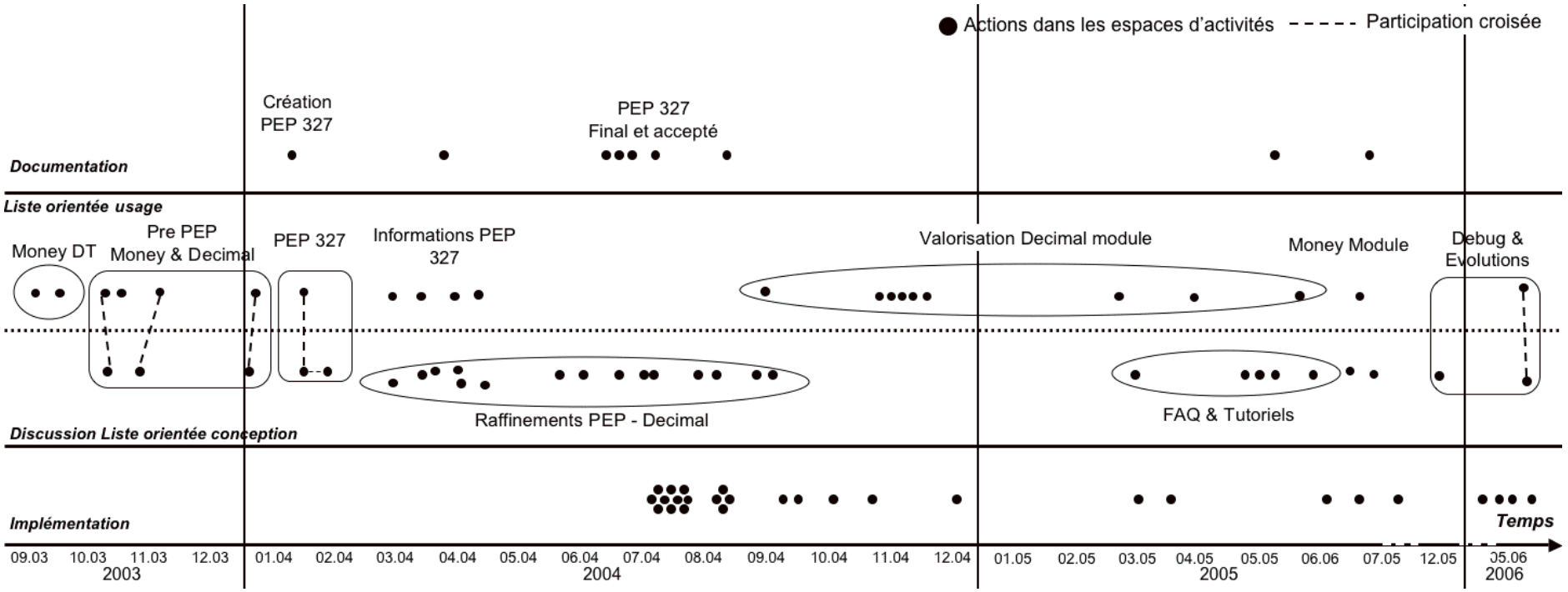


Figure 31 Représentation du processus de conception de la proposition acceptée du processus de conception décimal dans les trois espaces d'activité

Sur la Figure 30 (proposition rejetée), on identifie trois tentatives de proposition d'un module « décimal » ou « money » sur la liste orientée conception (*Pep adding a decimal type to Python* en juillet 2001; et *Proposal: add basic money type* en mars 2002 et *Add decimal (aka fixed point) to Python* en décembre 2002). Ces propositions sont portées par un seul et même développeur. Ces discussions sur la liste orientée conception ne sont ni suivies de discussions de même thème en parallèle sur la liste orientée usage, ni d'autres discussions sur la liste orientée usage. On observe deux groupes de discussions correspondant à des étapes du processus de conception (*Proposal for a decimal type*, sur la liste orientée conception et *Elicitation of needs for monetary and decimal arithmetic* sur la liste orientée usage), mais, comme elles ne sont pas acceptées, elles restent là aussi localisées et ne sont pas suivies par des discussions correspondant aux étapes suivantes du processus de conception (Pre-PEP ou PEP). On visualise également qu'il n'y a aucune co-action dans les espaces de documentation et d'implémentation.

La Figure 31 (proposition acceptée) fait apparaître une organisation et une structuration du processus de conception tout autre, et ceci dans les trois espaces. Huit phases successives, correspondant à des regroupements thématiques des discussions et des co-actions dans les espaces de documentation et d'implémentation, sont distinguées dans le processus de conception :

- la phase *Money DT* ou *élicitation des besoins*. Cette étape commence en octobre 2003 avec le premier message envoyé par le futur utilisateur-champion sur la liste orientée usage. Dans ce premier message, il évoque le besoin d'un module Python permettant de faire des opérations financières. Notre entretien avec l'utilisateur-champion révèle qu'il est par ailleurs chef de projet et créateur d'un projet LOS destiné aux applications financières (sourceforge.net/projects/sigefi). ;
- la phase *Pre-PEP (money et decimal) et évolution et formalisation de la proposition*. A la suite de ces premières discussions et des commentaires qu'il a reçus, l'utilisateur-champion propose, dans le mois qui suit, un pre-PEP appelé *money data type* sur les deux listes de discussion. Dans cette phase, il y a trois discussions parallèles de même thème entre les deux listes (traits verticaux hachés sur la figure). Suite aux premières discussions, il apparaît que la création d'un module money nécessite de travailler sur un module décimal plus générique. Le besoin initial évolue donc vers un Pre-PEP portant sur l'introduction d'un module decimal (Pre PEP *decimal data type).* Lors de notre entretien, l'utilisateur-champion nous a précisé qu'il avait « beaucoup étudié » le calcul décimal pour être en mesure d'écrire le pre-PEP. Ce processus a donc été pour lui l'occasion d'accroître ses connaissances théoriques sur ce point ;

- la phase *PEP (327)*. Le pre-PEP est accepté et obtient un statut et un numéro ; une première version du document apparaît alors dans l'espace de documentation. Cette phase fait également apparaître une discussion parallèle de même thème entre les deux listes ;
- la phase de *raffinement du document PEP (décimal)*. Le document de spécifications PEP continue à être discuté, mais uniquement sur la liste orientée conception. L'utilisateur-champion envoie des messages de nature informative sur la liste usage, qui ne sont pas suivis de fils de discussions. Au cours de cette étape, on peut voir l'évolution du document PEP dans l'espace de documentation. A la fin de cette étape de raffinement, on voit apparaître le premier code dans l'espace d'implémentation. Document et code continuent ensuite à évoluer ponctuellement suite aux discussions sur les listes ;
- la phase de valorisation du module décimal. Une fois qu'une première version du module est finalisée, l'utilisateur-champion en assure la promotion sur la liste usage : quand une question apparaît concernant le calcul décimal ou les calculs financiers l'utilisateur-champion fait référence à l'existence de « son » module, ou à son projet de créer un module money sur la base du module decimal. En effet, compte tenu de la règle de paternité de code, il devient le responsable de la maintenance de ce module. Par ailleurs, cette valorisation active des nouveaux modules est décrite comme un élément essentiel de leur pérennité (l'intérêt étant que le plus grand nombre possible d'utilisateurs se serve d'un module et propose des améliorations le concernant). Cependant, cette valorisation demande une disponibilité temporelle importante et d'être en mesure de ce construire une conscience des discussions en cours sur la liste ;
- la phase de constructions des *FAQ*[81] *et tutoriels.* Cette étape se déroule à nouveau majoritairement sur la liste orientée conception et concerne les questions générales liées à la documentation du module « decimal », questions apparues suite à la phase de valorisation et d'usage du module sur la liste orientée usage que l'utilisateur-champion relaie sur la liste orientée conception ;
- la phase d'annonce de la création du module money (correspondant au besoin initial). En juillet 2005, soit un an et demi après son premier message, l'utilisateur-champion annonce la création d'un projet dédié au module Money, qui ne fait pas partie de la bibliothèque standard de Python et est hébergé par sourceforge. Le *blog* de l'utilisateur-champion révèle que les spécifications de ce premier module ont été décrites, par l'utilisateur-champion et deux autres participants, lors de la conférence *PyCon* en 2005, et que sa première version a été codée lors d'un sprint à la conférence *EuroPython* en juin 2005 ;
- la phase de correction de *bug*s et évolution concerne la correction de dysfonctionnements et les demandes d'évolution dans la liste orientée usage. Ces demandes sont liées à

[81] Frequently Asked Questions : questions qui apparaissent le plus fréquemment concernant le module

l'évolution du standard du calcul décimal, qui est signalé par un utilisateur. Cela donne lieu à une discussion de même thème entre la liste orientée conception et la liste orientée usage.

Par ailleurs, dans l'espace de discussion, le délai moyen entre ces phases successives est de 30 jours en ce qui concerne la proposition acceptée, mais il est de 63 jours pour la proposition rejetée, ce qui indique un suivi des discussions plus important dans le cadre de la proposition acceptée.

En conclusion, trois spécificités d'organisation du processus de conception pour la proposition acceptée sont distinguées :

- cinq discussions de même thème apparaissent en parallèle sur les listes orientées usage et conception (ces discussions sont reliées par des traits verticaux hachés, Figure 31) ;
- des groupes de discussions correspondant à des étapes différentes du processus de conception alternent entre liste orientée usage et liste orientée conception, ce qui traduit une continuité des discussions de conception dans ce processus ;
- des co-actions spécifiques apparaissent dans les espaces de documentation (création du document PEP et raffinements) et d'implémentation (création du module décimal et modifications).

Enfin, ce processus de conception s'accompagne de l'évolution de l'utilisateur-champion au sein du projet qui devient développeur en 2005.

Participation aux discussions en ligne du processus continu en fonction du statut

Pour caractériser chacune des deux étapes du processus de conception (proposition rejetée vs. proposition acceptée), nous pouvons maintenant nous interroger sur la présence des participants en fonction de leur statut dans chacune de ces étapes. Les tableaux suivants présentent la distribution des participants (Tableau 25) et la distribution des messages postés (Tableau 26) en fonction du statut des participants, dans les deux étapes du processus de conception et pour chacune des deux listes.

	Proposition rejetée		**Proposition acceptée**	
Effectifs participants	**Liste usage**	**Liste conception**	**Liste usage**	**Liste conception**
PL	0	1 *(5%)*	0	1 *(2%)*
A	1 *(1%)*	4 *(19%)*	1 *(1%)*	4 *(8%)*
D	7 *(11%)*	9 *(43%)*	5 (5%)	15 *(31%)*
U	58 *(88%)*	7 *(33%)*	89 *(94%)*	28 *(59%)*
Total	***66***	***21***	***95***	***48***

Tableau 25 Distribution des effectifs de participants en fonction du statut, sur les listes orientées usage et conception, dans le processus de conception décimal

	Proposition rejetée		**Proposition acceptée**	
Effectifs messages	**Liste usage**	**Liste conception**	**Liste usage**	**Liste conception**
PL	0	31 *(25%)*	0	19 *(5%)*
A	12 *(6%)*	38 *(31%)*	9 *(3%)*	60 *(15%)*
D	19 *(10%)*	40 *(33%)*	54 (16%)	107 *(26%)*
U	161 *(84%)*	13 *(11%)*	277 *(81%)*	219 *(54%)*
Total	***192***	***122***	***340***	***405***

Tableau 26 Distribution des effectifs de messages postés par les participants en fonction du statut, sur les listes orientées usage et conception, dans le processus de conception décimal

On s'intéresse, dans un premier temps, aux différences entre les listes orientées usage et conception dans chacune des étapes du processus de conception. Les distributions en termes d'effectifs de participants et de messages postés diffèrent entre les listes orientées usage et conception[82], pour chacune de ces deux étapes. Il y a globalement des liaisons fortes, ou intermédiaires, entre le statut et les distributions en termes d'effectifs de participants[83] et de messages postés[84]. L'analyse des taux de liaison (Tableaux 73 et 74 en annexe) montre que les utilisateurs ont tendance à être plus présents, et à participer plus, dans la liste orientée usage que dans la liste orientée conception. Les administrateurs et les développeurs ont tendance à être plus présents, et à participer plus sur la liste orientée conception. Ces tendances sont similaires à celles que nous avons mises en évidence dans les processus de conception décrits au chapitre précédent.

Considérons maintenant les différences liste à liste entre la proposition rejetée et la proposition acceptée (liste orientée usage pour propostion rejetée vs. liste orientée usage proposition acceptée ; liste orientée conception pour la proposition rejetée vs. liste orientée conception proposition acceptée) :

- pour chaque étape du processus, la répartition des effectifs sur les listes usage et conception est la même (pour la liste orientée usage χ^2=1,7, ddl=3, p > 0,5; pour la liste orientée conception χ^2=4,17, ddl=3, p >0,05). Les utilisateurs représentent plus des 3/4 des participants. Notons qu'un seul et même administrateur est présent sur la liste orientée usage dans les deux étapes. Il s'agit de Tim, l'expert en calcul numérique du projet qui était le responsable de la solution précédemment utilisée pour régler les problèmes liés au calcul décimal ;

[82] Pour la proposition rejetée χ^2=27, ddl=3, p < 0.001 pour les effectifs et χ^2= 171, ddl=3, p < 0.001 pour les messages; pour la proposition acceptée χ^2= 27, ddl=3, p < 0.001 pour les effectifs et χ^2= 75 ddl=3, p < 0.001 pour les messages

[83] V^2 de Cramer= 0,31 pour la proposition rejetée ; V^2 de Cramer= 0,1 pour la proposition acceptée

[84] V^2 de Cramer= 0,6; pour la proposition rejetée ; V^2 de Cramer= 0,10 ; pour la proposition acceptée

- en revanche, les distributions du nombre de messages postés par statut sont différentes sur une même liste entre la proposition rejetée et la proposition acceptée (pour la liste orientée usage χ^2=7,32, ddl=3, p < 0,5; pour la liste orientée conception χ^2=97,38, ddl=3, p <0,001). Cette différence est plus nette sur la liste orientée conception pour laquelle il existe une liaison forte entre le statut et la participation (V^2 Cramer= 0,19) alors que cette liaison est faible pour la liste orientée usage (V^2 Cramer= 0,01). Les taux de liaison révèlent (Tableaux 75 et 76 en annexe) :
  - une tendance à une plus forte participation des utilisateurs dans la liste orientée conception pour la proposition acceptée que pour cette même liste dans la proposition rejetée. Dans cette liste les utilisateurs postent près de la moitié des messages;
  - une tendance à une plus forte participation du chef de projet dans la proposition rejetée que dans le cas de la proposition acceptée. En effet, le chef de projet ne poste que 19 messages (5%) dans la proposition acceptée, contre 31, soit 25% des messages dans la proposition rejetée. Ce dernier résultat correspond au niveau de participation du chef de projet dans les deux processus PEP étudiés au chapitre précédent (environ 20% dans ces deux processus).

En conclusion, deux différences apparaissent entre la proposition rejetée et la proposition acceptée. Dans la proposition acceptée :

- le chef de projet participe moins ;
- les utilisateurs participent plus que les participants d'autres statuts, en particulier sur la liste orientée conception.

La position en retrait du chef de projet, dans la proposition acceptée, peut s'expliquer par le fait qu'il n'est pas expert dans le domaine décimal, comme il nous l'a déclaré en entretien. Il préfère, alors, s'en remettre aux experts du domaine et notamment à un administrateur (Tim), qui est plus présent dans les discussions et ceci dans les deux étapes. La participation plus importante des utilisateurs pourrait être expliquée par le fait que l'utilisateur-champion les « associe » dès le début du processus de conception en postant les Pre-PEP sur la liste orientée usage, qui touche un plus grand nombre d'utilisateurs potentiels.

Régularité, participation commune et participation croisée

Dans cette section, on s'intéresse aux différences de participation éventuelles, entre les deux étapes du processus, en termes de régularité et de participation commune, ou croisée. Les tableaux suivants présentent la distribution des participants (Tableau 27) et la distribution des messages postés (Tableau 28) en fonction de la régularité de participation, dans les deux étapes du processus de conception.

	Proposition rejetée		**Proposition acceptée**	
Effectif participants	**Liste usage**	**Liste conception**	**Liste usage**	**Liste conception**
Participants réguliers	16 (24%)	6 *(29%)*	13 (14%)	6 *(12%)*
Participants occasionnels	46 *(70%)*	11 *(52%)*	68 *(72%)*	28 *(58%)*
Participants communs	4 *(6%)*	4 *(19%)*	9 (9%)	9 *(19%)*
Cross-participants	0	0	5 *(5%)*	5 *(10%)*
Total	***66***	***21***	***95***	***48***

Tableau 27 Distribution des effectifs de participants en fonction de la régularité de participation, sur les listes orientées usage et conception, dans le processus de conception décimal

	Proposition rejetée		**Proposition acceptée**	
Effectif messages	**Liste usage**	**Liste conception**	**Liste usage**	**Liste conception**
Participants réguliers	90 (47%)	71 *(58%)*	83 (24%)	56 *(14%)*
Participants occasionnels	80 *(42%)*	13 *(11%)*	118 *(35%)*	81 *(20%)*
Participants communs	22 *(11%)*	38 *(31%)*	18 (2%)	82 *(20%)*
Cross-participants	0	0	131 *(39%)*	186 *(46%)*
Total	***192***	***122***	***340***	***405***

Tableau 28 Distribution des effectifs de messages postés en fonction de la régularité de participation, sur les listes orientées usage et conception, dans le processus de conception décimal

On s'intéresse dans un premier temps aux différences en termes de régularité et de participation commune ou croisée, entre les listes orientées usage et conception pour chacune des deux étapes du processus.

Pour la proposition rejetée, les distribution en termes d'effectifs de participants et de messages postés sont les mêmes, entre les deux listes, qu'il s'agisse d'une comparaison en termes de nombre de participants (χ^2=3,8, ddl=2, p > 0, 01) que de nombre de messages postés (χ^2=4,25, ddl=2, p > 0,1 pour les messages). Les caractéristiques suivantes peuvent être dégagées :

- il n'y a pas de cross-participants ;
- il y a quatre participants communs aux deux listes : un administrateur (Tim), deux développeurs (Aahz et Greg) et un utilisateur (Steven Hol.) ;

- les participants occasionnels sont majoritaires dans les deux listes. En revanche, les discussions sont dominées par les participants réguliers qui postent la moitié des messages sur les deux listes ;
- Il y a globalement des liaisons intermédiaires entre la régularité de participation et la participation commune en termes de distributions des effectifs de participants (V^2 Cramer= 0,04) et de messages (V^2 Cramer= 0,13). L'analyse des taux de liaison montre que les participants occasionnels ont tendance à participer plus à la liste usage, et que les participants communs ont tendance à participer plus à la liste conception (Tableau 76 en annexe).

Pour la proposition acceptée, les distributions en termes d'effectifs de participants sont les mêmes entre les listes orientées usage et conception (χ^2=4,25, ddl=3, p > 0,2). Par contre la répartition des messages postés dans la proposition acceptée est différente entre les listes orientées usage et conception (χ^2=77, ddl=3, p<0,001). Il y a globalement des liaisons faibles entre la régularité de participation et la liste (V^2 Cramer= 0,03 pour les effectifs de participants et V^2 Cramer= 0,01). L'analyse de ces effectifs et des taux de liaison (Tableau 77 en annexe), souligne les caractéristiques suivantes concernant la participation dans les discussions de la proposition acceptée :

- il y a cinq cross-participants à des discussions de même thème en parallèle qui postent près de la moitié des messages sur les deux listes, et ont tendance à participer de la même façon aux listes orientées usage et conception. Ces cross-participants sont un administrateur (Tim), deux développeurs (Aahz et Alex), un utilisateur (Steve) et l'utilisateur-champion (Facundo). Tim et Aahz étaient déjà des participants communs dans la proposition rejetée. L'ensemble de ces cross-participants sont, de manière générale, des participants réguliers aux deux listes depuis 2001 ;
- la majorité des autres participants est composée de participants occasionnels qui postent entre ¼ et 1/3 des messages sur les deux listes ;
- les neufs participants communs ont tendance à être plus présents dans la liste orientée conception.

Les caractéristiques propres à chaque étape soulignées, considérons maintenant les différences entre les mêmes listes et les deux étapes du processus (liste orientée usage pour propostion rejetée vs. liste orientée usage proposition acceptée ; liste orientée conception pour la proposition rejetée vs. liste orientée conception proposition acceptée). Les distributions en termes d'effectifs de participants (Test de Fischer=0,0016)[85] et de messages postés (pour la liste orientée usage χ^2=112, ddl=3, p < 0.001 ; pour la liste orientée conception χ^2=142,

[85] Nous utilisons ce test en lieu et place du χ2 car plus de 80% des effectifs sont inférieurs à 5, ce qui limite l'usage du χ2.

ddl=3, $p < 0.001$) diffèrent entre chaque liste selon l'étape du processus (rejetée vs. acceptée). Cela signifie que la présence et la participation des cross-participants constitue une différence significative des deux phases du processus. Par ailleurs, il existe des liaisons fortes entre la régularité de participation et la participation commune entre les deux étapes du processus de conception (V^2 Cramer= 0,21 pour la liste orientée usage et V^2 Cramer= 0,26 pour la liste orientée conception). Les taux de liaison (Tableau 78 en annexe) révèlent que les participants communs et les participants réguliers participent plus dans la proposition rejetée et cela sur les deux listes.

En conclusion, nous montrons que les deux étapes du processus de conception se différencient de par la présence des cross-participants qui participent de manière équivalente aux deux listes pour la proposition acceptée, ainsi que de par une présence et une participation moindre des participants réguliers dans cette proposition.

Synthèse : une proposition acceptée marquée par des discussions en ligne suivies et structurées et la présence des utilisateurs et des cross-participants

L'intégration de ces résultats nous permet de dégager six spécificités de la proposition acceptée en termes d'organisation du processus de conception continu dans les trois espaces et de participation dans les discussions en ligne :

- il y a un suivi des discussions en ligne dans les listes orientées usage et conception décrivant différentes phases du processus de conception qui correspondent à des co-actions dans les espaces de documentation et d'implémentation ;
- certaines phases se déroulent en parallèle sur les deux listes de discussion, comme les phases de pre-PEP et de PEP qui correspondent aux premières étapes de la conception et qui aboutissent à la création du document de spécifications PEP. D'autres sont spécifiques à chacune des listes, comme le raffinement des spécifications sur la liste orientée conception qui aboutit à l'implémentation de la première version du code;
- les utilisateurs participent plus à la liste orientée conception dans le cas de la proposition acceptée que dans la proposition rejetée ;
- le chef de projet est dans une position de retrait au profit d'un administrateur (Tim) qui est l'expert du domaine décimal ;
- les participants réguliers dominent de manière moins nette les discussions en ligne dans la proposition acceptée, par rapport aux discussions de la proposition rejetée ;
- il y a cinq cross-participants qui produisent le plus en termes de nombre de messages postés et qui participent de la même manière sur les listes orientées usage.

La présence et la participation régulière de participants ne garantissent donc pas l'adoption d'une idée dans le processus de conception. En revanche, la présence et la participation de cross-participants aux listes usage et conception semblent favoriser cette adoption.

Ce premier résultat confirme donc que les cross-participants peuvent être des participants clés pour le processus de conception, notamment de par leur position « entre » la liste orientée usage et la liste orientée conception. Sur cette base, nous allons analyser plus finement le rôle de ces cross-participants et des autres protagonistes de la conception, dans les cinq discussions parallèles de même thème de la proposition acceptée.

En préambule de l'analyse des rôles, nous présentons les analyses de la dynamique cognitive (activités collaboratives de conception et apports de connaissances) sur les listes orientées usage et conception pour ces cinq discussions parallèles.

2.2 Dynamique cognitive et épistémique des discussions en ligne en parallèle de même thème

L'objectif des résultats que nous présentons ici est de déterminer des différences éventuelles entre la liste orientée usage et la liste orientée conception en termes de répartition des activités collaboratives de conception (dynamique cognitive) et de répartition des apports de connaissances (dynamique épistémique). Les activités et apports de connaissances ont été analysés dans les cinq discussions de même thème qui pour quatre d'entre elles correspondent à la phase de Pre-PEP (formalisation de la proposition). Ces analyses nous permettent donc de spécifier les caractéristiques des listes de discussion concernant cette phase.

Répartition des activités collaboratives de conception

Nous nous intéressons, dans un premier temps, aux spécificités des listes en termes de misesen œuvre d'activités collaboratives de conception. La figure suivante (Figure 32 ; Tableau 79 en annexe) décrit la répartition des activités collaboratives de conception dans les deux listes dans les discussions parallèles de même thème de la proposition acceptée.

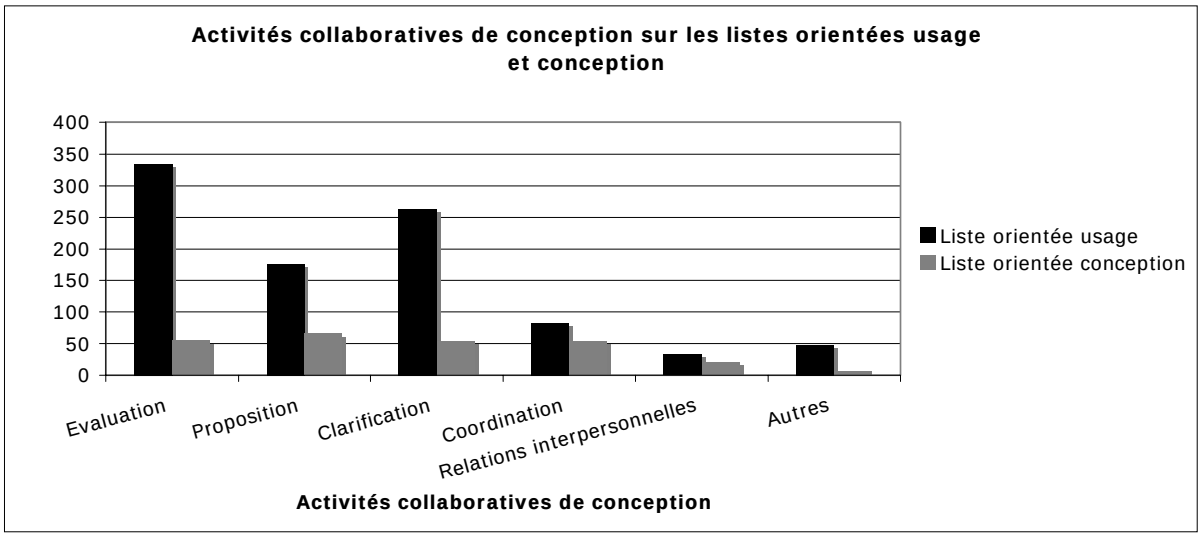


Figure 32 Répartition des activités collaboratives sur la liste usage et la liste développement dans les discussions parallèles de même thème dans le processus de conception décimal

La distribution globale de ces activités est différente entre la liste orientée usage et la liste orientée conception (χ^2=60, ddl=5, p < 0.001). Il y a globalement une relation intermédiaire entre la nature des activités collaboratives de conception et la liste dans laquelle elles sont mises en œuvre (V^2 Cramer= 0,05). La répartition des activités dans les listes orientées usage et conception présente les caractéristiques suivantes :

- la liste orientée usage produit quatre fois plus de contributions d'activités de conception que la liste orientée conception (938 contributions contre 256), ce qui traduit l'importance des discussions sur la liste orientée usage dans le processus de conception ;
- sur la liste orientée usage, les activités majoritaires sont les activités d'évaluation et de clarification. Elles représentent chacune environ 1/3 des activités. Cette répartition est similaire à celle que nous avons mise en évidence dans les discussions PEPs sur la liste orientée conception au chapitre précédent;
- sur la liste orientée conception, la distribution des activités est plus répartie dans le sens où chacune représente entre 1/4 et 1/5 des activités. L'activité majoritaire est la proposition (1/4), suivie de l'évaluation, de la clarification et de la coordination (1/5 des activités). Cette répartition est différente de celle mise en évidence pour les discussions PEPs du chapitre précédent dans lesquelles l'activité d'évaluation était la plus prégnante, suivie de la proposition et/ou de la clarification. Cette différence peut s'expliquer par l'étape plus précoce du processus à laquelle ces discussions appartiennent (élicitation des besoins et pre-PEP au lieu de PEP) ;
- les taux de liaison (Tableau 80 en annexe) révèlent que les activités d'évaluation et de clarification ont tendance à être mises en œuvre sur la liste orientée usage alors que les

activités de proposition, coordination et les activités axées sur les relations interpersonnelles ont tendance à être mises en œuvre sur la liste orientée conception.

Ces premiers résultats permettent de préciser certaines spécificités des listes orientées usage et conception :

- les activités collaboratives de conception sont mises en œuvre dans les deux listes du projet ce qui traduit la répartition du processus de conception dans ces deux listes ;
- les listes orientées usage et conception ont néanmoins des fonctions complémentaires puisque la liste usage est plus orientée vers des activités d'évaluation et de clarification, et que la liste conception est plus orientée vers des activités de proposition, de coordination et les activités axées sur les relations interpersonnelles.

Répartition des apports de connaissance

Nous nous intéressons maintenant aux spécificités des listes orientées usage et conception en termes d'apports de connaissances. La Figure 33 (Tableau 81 en annexe) décrit la répartition des apports de connaissances sur les deux listes dans les discussions parallèles de même thème.

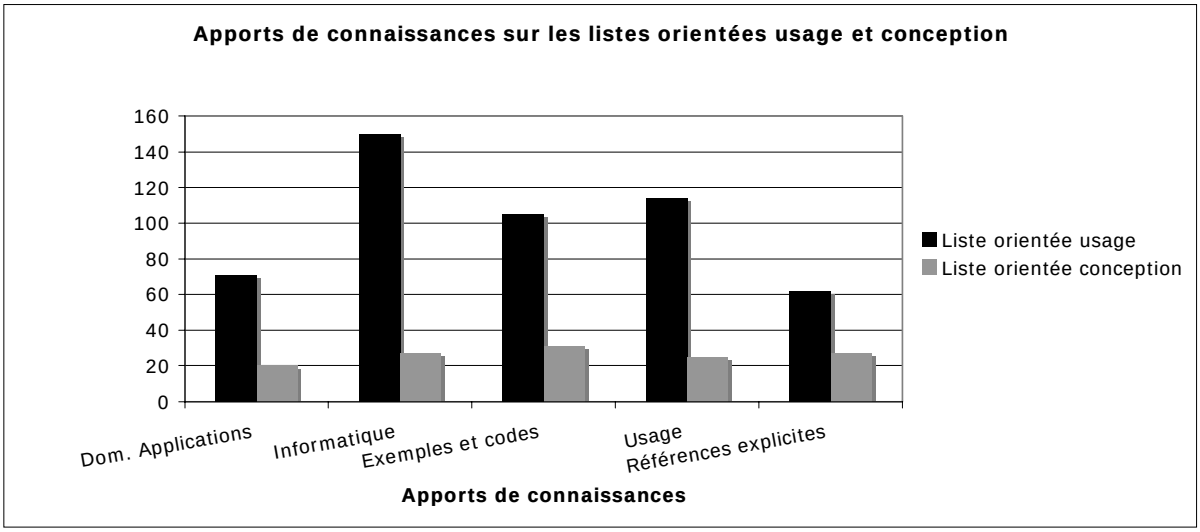


Figure 33 Répartition des apports de connaissances sur la liste orientée usage et la liste orientée conception dans les discussions parallèles de même thème dans le processus de conception décimal

La distribution des apports de connaissances est similaire dans les deux listes (χ^2=9,35, ddl=4, p >0,05) et il existe globalement une liaison faible entre le type de liste et la nature des connaissances apportées (V^2 Cramer= 0,01). La répartition des apports de connaissances a les caractéristiques suivantes :

- sur les deux listes, quasiment la moitié des connaissances apportées concernent le domaine informatique ou l'apport d'exemples et de code. Cette répartition s'explique par

le fait qu'une partie des discussions portent sur l'implémentation de la fonctionnalité et donc des règles de programmation en Python et de la production d'exemples d'implémentation du code ;

- comme en ce qui concerne les activités, les apports de connaissances sont globalement quatre fois plus nombreux sur la liste orientée usage que sur la liste orientée conception (502 apports pour 130), cela signifie également que des apports de connaissances sont associés à la moitié des activités collaboratives (502 apports pour 938 contributions sur la liste orientée usage, et 130 apports pour 256 contributions sur la liste orientée conception).
- les connaissances relatives au domaine de l'usage représentent 1/5 des apports de connaissances et celles relatives aux domaines d'application environ 15% (71/502 sur la liste usage ; 20/130 sur la liste conception).
- enfin, le taux de liaison (Tableau 82 en annexe) révèle cependant des différences dans cette répartition : on a plus tendance à apporter des connaissances liées au domaine informatique sur la liste orientée usage que sur la liste orientée conception, et à faire des références explicites sur la liste orientée conception que sur la liste orientée usage.

La figure suivante (Figure 34, Tableau 83 en annexe) permet d'analyser plus spécifiquement la nature des connaissances à l'intérieur de la catégorie « connaissances liées à l'usage ».

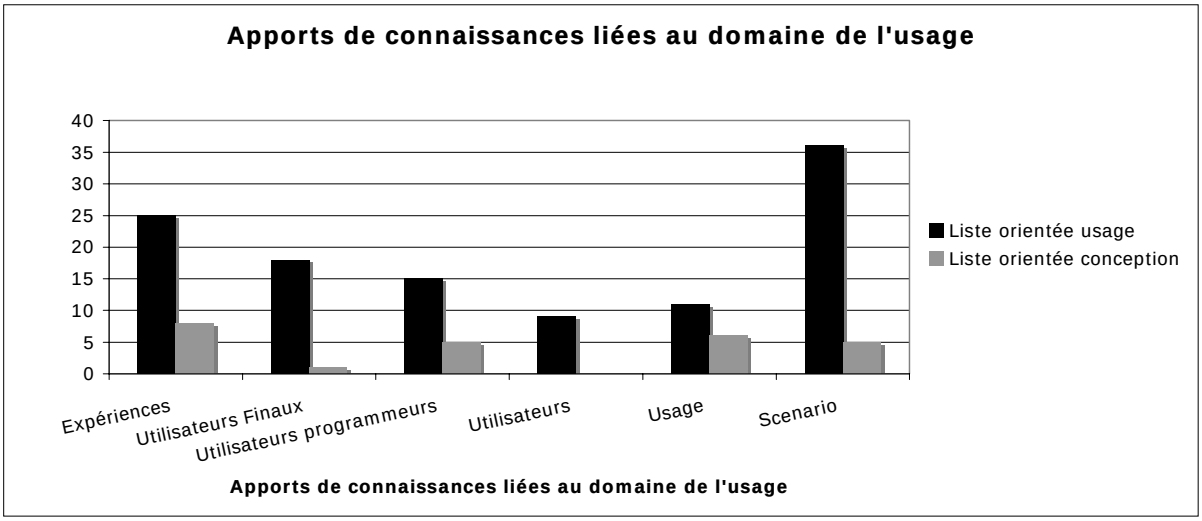


Figure 34 Répartition des apports de connaissances liées à l'usage dans les discussions parallèles de même thème dans le processus de conception décimal

Les distributions des apports de connaissances sont, elles, différentes entre les deux listes (χ^2=10 , ddl=4, $p < 0,05$) et de manière globale il y a une relation de force intermédiaire entre le type de liste et la nature des connaissances apportées liées au domaine de l'usage (V^2 Cramer= 0,07). Cette figure permet de souligner les caractéristiques suivantes concernant les apports de connaissances liées au domaine de l'usage :

- sur la liste orientée usage, on voit qu'il est fait majoritairement référence aux utilisateurs dans leur ensemble (37%, 43/114) et à des scénarios d'usage (32%, 36/114), puis à des expériences personnelles (22%, 25/114). Les problématiques d'usage et d'utilisabilité sont moins présentes (10%, 11/114) ;
- sur la liste orientée conception, on fait aussi majoritairement référence à des expériences personnelles (32%, 8/25), puis de manière quasi-équivalente (entre 1/4 et 1/5 des apports) aux utilisateurs, aux problématiques d'usage et d'utilisabilité et enfin aux scénarios (20%, 5/25) ;
- les taux de liaison (Tableau 84 en annexe) soulignent les différences entre les deux listes : les connaissances quant aux expériences personnelles, aux utilisateurs programmeurs et aux problématiques d'usage et d'utilisabilité ont tendance à être apportées sur la liste orientée conception, alors que les connaissances liées aux utilisateurs finaux, à un utilisateur générique ou aux scénarios ont tendance à être apportées sur la liste orientée usage par rapport aux autres connaissances.

Synthèse : la liste orientée usage comme le lieu principal de la conception, mais des listes orientées usage et conception complémentaires

L'intégration de ces résultats nous permet de dégager trois spécificités de la dynamique cognitive et épistémique des listes orientées usage et conception :

- la liste orientée usage est le lieu de la majorité des activités collaboratives de conception et des apports de connaissances, ce qui traduit l'importance de cette liste dans le processus de conception continu, en particulier dans la phase amont de Pre-PEP (formalisation de la proposition) auxquelles correspondent les discussions analysées ;
- ces activités sont en premier lieu les activités d'évaluation, de clarification et de proposition dans des proportions similaires à ce que nous avons mis en évidence dans le chapitre précédent ;
- les apports de connaissances concernent en majorité le domaine informatique et des apports d'exemples et de code, ainsi que dans une moindre mesure au domaine de l'usage et aux domaines d'application du module.

Ces résultats permettent de préciser que la liste orientée usage, dont la première fonction est de discuter des problèmes liés à l'usage de Python, est également un lieu de conception, en particulier de rencontre entre les besoins des divers domaines d'application et la conception du langage.

Si toutes les activités collaboratives de conception et les connaissances sont représentées dans les deux listes, les listes orientées usage et conception apparaissent, néanmoins, complémentaires et des tendances spécifiques apparaissent :

- la liste orientée usage est marquée par des activités d'évaluation et de clarification et des apports de connaissances liées aux utilisateurs auxquels est destiné le module et des scénarios d'usage ;
- La liste orientée conception est marquée par des activités de propositions et par des apports de connaissances liées à des expériences personnelles des participants et à des problématiques d'usage et d'utilisabilité. Elle est également marquée par des activités de coordination, qui correspondent à ce que l'on attend de cette liste (orientée vers la conception et son organisation), mais également des activités socio-relationnelles (relations interpersonnelles) et des références explicites, à des participants et à des discussions, traduisant sans doute la volonté des participants à cette liste de reconnaître et de poursuivre le travail effectué sur la liste orientée usage.

Dans la section suivante, nous allons préciser cette dynamique cognitive et épistémique, en analysant plus finement le rôle des participants.

2.3 Rôles des participants dans le processus de conception continu

L'objectif de cette section est de caractériser le rôle des participants (interactif, cognitif et épistémique, de coordination et socio-relationnel) dans le processus de conception continu, de façon à dégager des profils de participants. Nous nous intéressons en particulier aux profils des cross-participants que nous considérons comme des acteurs d'interface potentiels. Le rôle des cross-participants sera mis en regard des rôles des autres protagonistes de la conception : le chef de projet (PL), l'utilisateur-champion (UC, un des cross-participants), les administrateurs et les développeurs (A-D) que nous regroupons, et enfin les utilisateurs (U).

Rôle interactif des protagonistes de la conception

Dans cette section, nous analysons le rôle interactif lié à la participation et à l'influence dans le projet à travers :

- la répartition des participants en fonction de leur statut et la participation aux discussions;
- l'influence dans la discussion à partir du nombre de fois où un participant est cité et de sa place dans les discussions (début de branche, fin de branche ou place linéaire) ;
- la forme du réseau de citations.

Participation aux discussions parallèles de même thème

Dans un premier temps, nous nous intéressons aux différences de participation entre les listes orientées usage et conception. Les tableaux suivants présentent les distributions en termes d'effectifs de participants et de messages postés dans les listes orientées usage (Tableau 29) et conception (Tableau 30).

Participants	Effectifs participants Liste orientée usage	Effectifs messages Liste orientée usage
PL	0	0
UC	1 *(4%)*	15 *(9%)*
CP	4 *(14%)*	36 *(22%)*
A-D	1 *(4%)*	1 *(1%)*
U	22 *(79%)*	111 *(68%)*
Total	*28*	*163*

Tableau 29 Distribution de la participation sur la liste orientée usage pour les discussions parallèles de même thème dans le processus de conception décimal

Participants	Effectifs participants Liste orientée conception	Effectifs messages Liste orientée conception
PL	1 *(8%)*	4 *(9%)*
UC	1 *(8%)*	20 *(44%)*
CP	4 *(31%)*	13 *(29%)*
A-D	3 *(22%)*	3 *(7%)*
U	4 *(31%)*	5 *(11%)*
Total	*13*	*45*

Tableau 30 Distribution de la participation sur la liste orientée conception pour les discussions parallèles de même thème dans le processus de conception décimal

Les distributions en termes d'effectifs de participants et de messages postés sont différentes entre les listes orientées usage et conception (χ^2=10, ddl=4, p < 0,02 pour les effectifs ; χ^2=68, ddl=4, p < 0,001 pour les messages) et la liaison globale entre la participation et le type de liste (usage et conception) est forte (V^2 Cramer= 0,26 pour les participants ; V^2 Cramer= 0,33 pour les message). Ces distributions ont les propriétés suivantes :

- sur la liste orientée usage, les utilisateurs représentent 2/3 des participants et ce sont eux qui postent les 2/3 des messages. L'utilisateur-champion et les autres cross-participants postent le 1/3 restant. Sur cette liste, il n'y a qu'un seul développeur (David G. le responsable de l'édition des PEP) qui participe peu ;
- en revanche, sur la liste orientée conception, ce sont l'utilisateur-champion et les autres cross-participants qui postent les 2/3 des messages. Le chef de projet, les trois administrateurs et développeurs et les utilisateurs postent chacun environ 1/10ème des

messages. Comme dans l'ensemble des discussions de la proposition acceptée, le chef de projet est en retrait par rapport aux discussions de conception étudiées au chapitre précédent et par rapport aux discussions de la proposition rejetée ;

- les taux de liaison (Tableaux 85 et 86 en annexe) soulignent ces différences : les utilisateurs ont tendance à plus participer dans la liste orientée usage que dans la liste orientée conception. Les cross-participants ont tendance à participer davantage dans la liste orientée conception que dans la liste orientée usage.

Influence dans les discussions

On s'intéresse maintenant aux différences en termes d'influence (nombre de fois où les participants sont cités) en fonction du type de participants et de la liste (Tableau 31).

Participants	**Effectifs citations Liste orientée usage**	**Effectifs citations Liste orientée conception**
PL	0	3 *(7%)*
UC	10 *(7%)*	15 *(36%)*
CP	27 *(18%)*	12 *(29%)*
A-D	0	1 *(2%)*
U	111 *(75%)*	11 *(26%)*
Total	*148*	*42*

Tableau 31 Distribution du nombre de citations en fonction du type de participants et de la liste, dans le processus de conception décimal

Les distributions du nombre de citations en fonction du type de participants sont différentes entre les listes orientées usage et conception (χ^2=49, ddl=5, p < 0,001) et la liaison globale est forte entre ces variables (V^2 Cramer= 0,26). Elles permettent de dégager les spécificités suivantes :

- sur la liste orientée usage, les utilisateurs représentent ¾ des citations et l'utilisateur-champion et les autres cross-participants le quart restant ;
- sur la liste orientée conception, ce sont les cross-participants qui sont cités dans plus de la moitié des cas puis les utilisateurs dans ¼ des cas ;
- le taux de liaison (Tableau 87 en annexe) révèle que les utilisateurs ont tendance à être plus influents dans la liste orientée usage que dans la liste orientée conception, mais que les cross-participants le sont plus dans la liste orientée conception.

Place dans les discussions

Un indicateur de l'influence et du rôle interactif d'un participant est également la place qu'il occupe dans le patron des discussions. On ne s'intéresse pas ici aux différences entre listes mais plutôt aux différences de place occupée par les participants dans les discussions d'une même liste. La figure suivante (Figure 35 ; Tableau 88 en annexe) représente la répartition des places dans les discussions sur la liste orientée usage et la liste orientée conception.

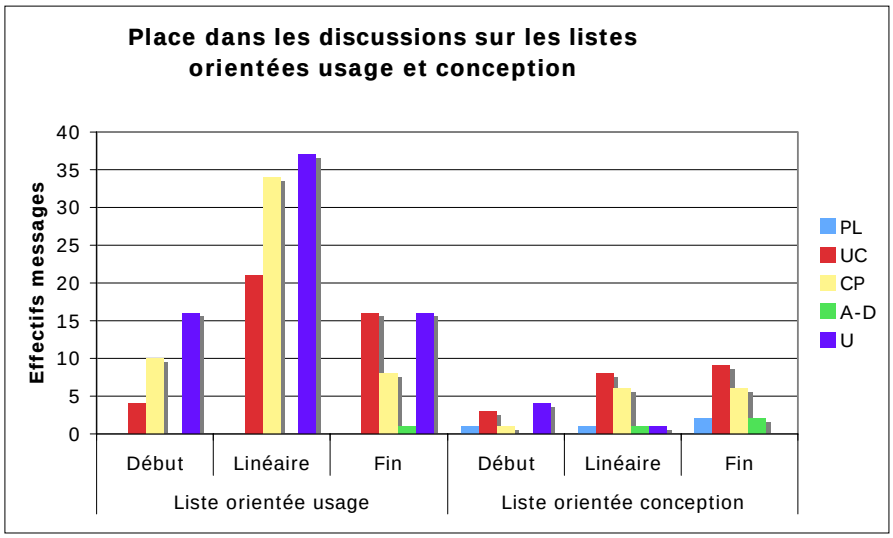


Figure 35 Répartition des places dans les discussions sur les listes orientées usage et conception pour le processus de conception décimal

Sur la liste orientée usage il existe une relation intermédiaire (V^2 Cramer= 0,04) entre la place dans les discussions et le type de participant. Par contre, cette relation est forte sur la liste orientée conception (V^2 Cramer= 0,16). Les taux de liaison (Tableaux 89 et 90 en annexe) font ressortir les tendances suivantes :

- sur la liste orientée usage, l'utilisateur-champion a tendance à être en place de clôture ; sur la liste orientée conception, il a tendance à être en position linéaire ou en clôture. Cette position en fin de branche peut s'expliquer par le fait que l'utilisateur-champion habite en Argentine, ce qui crée un léger décalage horaire avec la côte est, où est basée la majorité des participants. Elle traduit également une stratégie de réponse spécifique de la part de l'utilisateur-champion, telle qu'il l'a décrite en entretien : il imprimait tous les mails, les annotait et répondait le lendemain ;
- les cross-participants ont tendance à être en position linéaire et ce dans les deux listes, position qui ne traduit pas de rôle spécifique dans la gestion de l'interaction, et donc un profil potentiel d'animateur ;
- sur la liste orientée usage et la liste orientée conception ce sont les utilisateurs qui ont tendance à se trouver en position d'ouverture de branche ;

– comme dans les deux autres discussions que nous avons étudiées, le chef de projet a tendance à se retrouver en début ou en clôture de branche.

Réseau de citations

Le dernier indicateur du rôle interactif des participants correspond aux relations qu'il met en jeu avec les autres participants, notamment le lien de citation. La Figure 36 (Tableau 91 en annexe) suivante représente la répartition des citations entre participants pour les deux listes de discussion. L'axe des abscisses représente le participant qui cite le participant représenté sur l'axe des ordonnées.

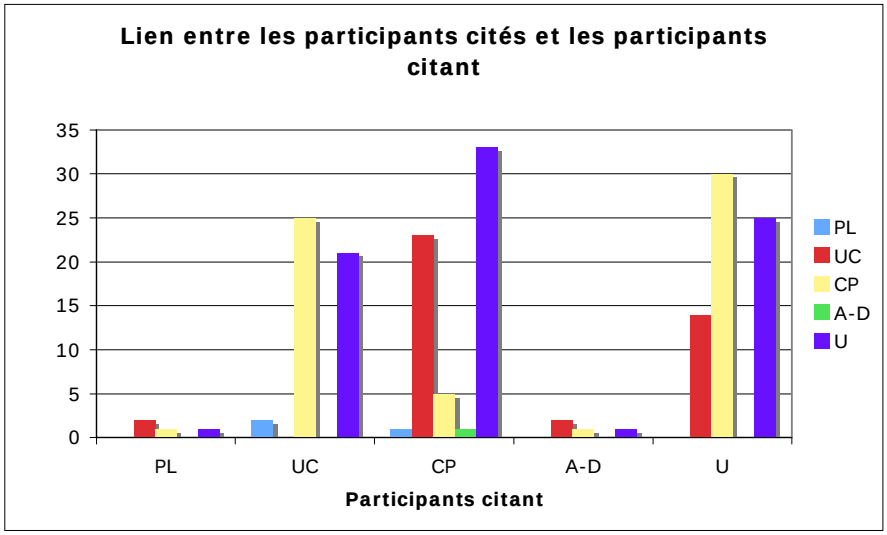


Figure 36 Répartition des citations entre les participants dans les deux listes orientées usage et conception dans le processus de conception décimal

Il existe une relation de force intermédiaire entre le type de participant cité et le participant citant (V^2 Cramer= 0,06). On voit que globalement les participants ne se citent pas tous entre eux et que la plus grande partie des interactions via les citations ont lieu entre l'utilisateur-champion, les autres cross-participants et les utilisateurs.

Les attractions locales obtenues en calculant le taux de liaison (Tableau 92 en annexe) entre le type de participant cité et le participant citant permet de construire le réseau de citations (Figure 37), dans les discussions parallèles de même thème.

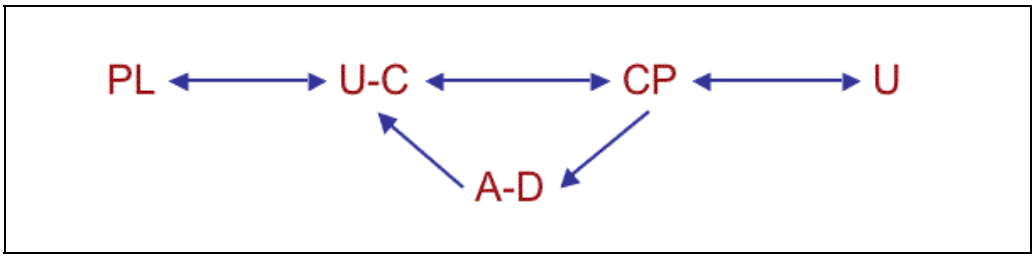


Figure 37 Réseau de citations des discussions parallèles de même thème dans le processus de conception décimal

Ce réseau met en évidence que les cross-participants (CP) occupent une place centrale dans le processus : les cross-participants sont les interlocuteurs privilégiés des utilisateurs et ils font le pont entre ces utilisateurs et l'équipe de développement (chef de projet PL, administrateurs et développeurs AD). Par ailleurs, l'utilisateur-champion (UC) et les autres cross-participants se citent mutuellement, ce qui traduit une relation de soutien et d'entraide telle que nous l'a décrit l'utilisateur-champion lors de nos entretiens.

Synthèse concernant le rôle interactif des participants

L'intégration de ces résultats montre que la liste orientée usage est marquée par la participation et l'influence des utilisateurs, ce que traduit leur rôle interactif dans cette liste :

- ce sont les participants les plus prolifiques aux discussions de la liste et ils sont les plus cités ;
- ils ont tendance à occuper des places en ouverture de branche de discussion, dont on a vu au chapitre précédent qu'elles pouvaient être associées à un profil d'animation des discussions.

Les cross-participants et l'utilisateur-champion sont, quant à eux, les deuxièmes participants les plus prolifiques sur la liste orientée usage, mais ce sont les participants principaux sur la liste orientée conception. Cependant, leur rôle interactif, dans les deux listes, n'a pas les mêmes caractéristiques :

- l'utilisateur-champion a tendance à clore les branches des discussions, ce qui peut caractériser un rôle de coordination ;
- les cross-participants sont en position linéaire ;
- l'utilisateur-champion et les cross-participants ont une position centrale dans le réseau de citations, ce qui peut traduire le fait qu'ils sont potentiellement des acteurs d'interface entre les utilisateurs et les développeurs. En revanche, les cross-participants ont tendance à faire le lien avec les utilisateurs plus que l'utilisateur-champion.

Enfin, les administrateurs et développeurs, qui ne sont pas cross-participants, sont en retrait par rapport aux discussions de conception étudiées au chapitre précédent. Cependant, le chef de projet conserve une tendance à être en ouverture ou clôture de branche de discussion.

Les analyses de contenu portant sur les activités collaboratives de conception et les apports de connaissances vont nous permettre de préciser le profil de ces participants.

Rôles orientés vers la tâche et rôle socio-relationnel

L'objectif de cette section est de mettre en évidence les rôles orientés vers la tâche (rôle cognitif et épistémique, rôle de coordination) et les rôles socio-relationnels portés par les participants. Dans une première partie, nous décrivons les contributions et apports de

connaissances globaux, puis nous spécifions les activités collaboratives de conception et les apports de connaissances mis en œuvre spécifiquement par les participants.

Contributions et apports de connaissances des participants

Nous nous intéressons ici aux contributions spécifiques des participants sachant que les distributions globales d'activités et d'apports de connaissances ont été décrites à la section 2.2 précédente. Le Tableau 32 présente les répartitions en termes de contributions et d'apports de connaissances dans les deux listes en fonction des participants.

	Liste orientée usage		**Liste orientée conception**	
	Contribution	**Apports connaissances**	**Contributions**	**Apports connaissances**
PL	0	0	1 *(<1%)*	7 *(5%)*
UC	34 *(3%)*	22 *(4%)*	148 *(58%)*	61 *(47%)*
CP	278 *(30%)*	160 *(32%)*	31 *(12%)*	44 *(34%)*
A-D	4 *(<1%)*	3 *(1%)*	16 *(6%)*	3 *(2%)*
U	622 *(66%)*	317 *(63%)*	60 *(23%)*	15 *(12%)*
Total	*938*	*502*	*256*	*130*

Tableau 32 Répartitions des contributions et des apports de connaissances sur les listes orientées usage et conception dans les discussions de même thème du processus de conception décimal

Pour chaque liste, les distributions en termes de connaissances et d'activités sont identiques (pour la liste orientée usage χ^2=1,7 , ddl=4, p > 0,5 ; pour la liste orientée conception χ^2=1,3, ddl=4, p > 0,5). Elles sont également identiques entre les listes (pour les contributions χ^2=8, ddl=4, p > 0,05 et pour les apports de connaissances (χ^2=7, ddl=4, p > 0,05). Par ailleurs, il y a une liaison faible entre le type de participant et le niveau de contribution et d'apport de connaissances dans les listes.

Sur les listes orientées usage et conception, on retrouve des répartitions en termes d'apports de connaissances et de contribution analogues à celles que nous avons mises en évidence concernant la participation en fonction du statut :

- sur la liste orientée usage, les utilisateurs sont responsables des 2/3 des contributions et des apports de connaissances, et l'utilisateur-champion et les autres cross-participants du tiers restant.
- sur la liste orientée conception, les proportions sont inversées puisque ce sont l'utilisateur-champion et les autres cross-participants qui contribuent et apportent des connaissances au 2/3.
- enfin, les taux de liaison concernant les contributions (Tableau 93 en annexe) et les apports de connaissances (Tableau 94 en annexe) révèlent que les cross-participants et les

utilisateurs ont tendance à contribuer plus à la liste orientée usage, alors que l'utilisateur-champion, le chef de projet et les administrateurs-développeurs contribuent plus à la liste orientée conception. La même tendance s'observe en ce qui concerne l'apport de connaissance, sauf pour les cross-participants qui apportent des connaissances de manière similaire dans les deux listes.

Contributions privilégiées des participants

Pour déterminer les rôles des participants sur les listes orientées usage et conception, nous avons analysé la répartition des activités collaboratives de conception parmi les participants, ainsi que les attractions privilégiées entre les participants et la nature des activités, pour chacune des deux listes. Les figures suivantes présentent la répartition des activités mises en œuvre par les participants sur les listes orientées usage (Figure 38 et Tableau 95 en annexe) et conception (Figure 39 et Tableau 96 en annexe), et leurs attractions privilégiées (Figure 40 ; Tableaux 97 et 98 en annexe). Sur cette dernière figure, nous avons grisé les contributions du chef de projet et du développeur car ils ne participent pas ou quasiment pas aux discussions.

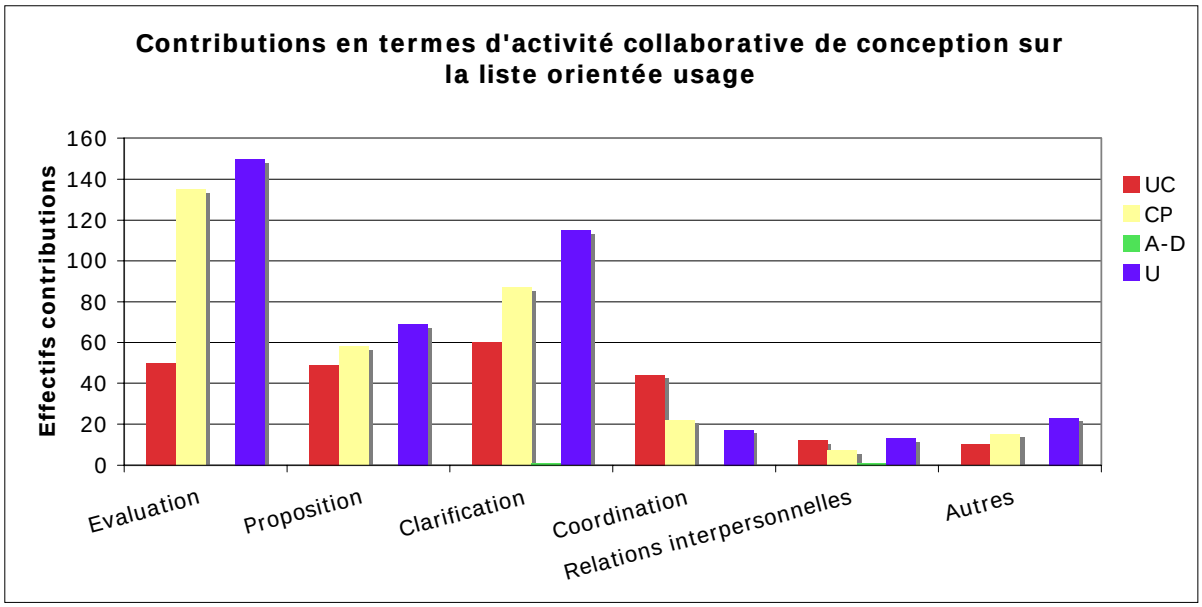


Figure 38 Distribution des activités collaboratives de conception parmi les participants sur la liste orientée usage dans le processus de conception décimal

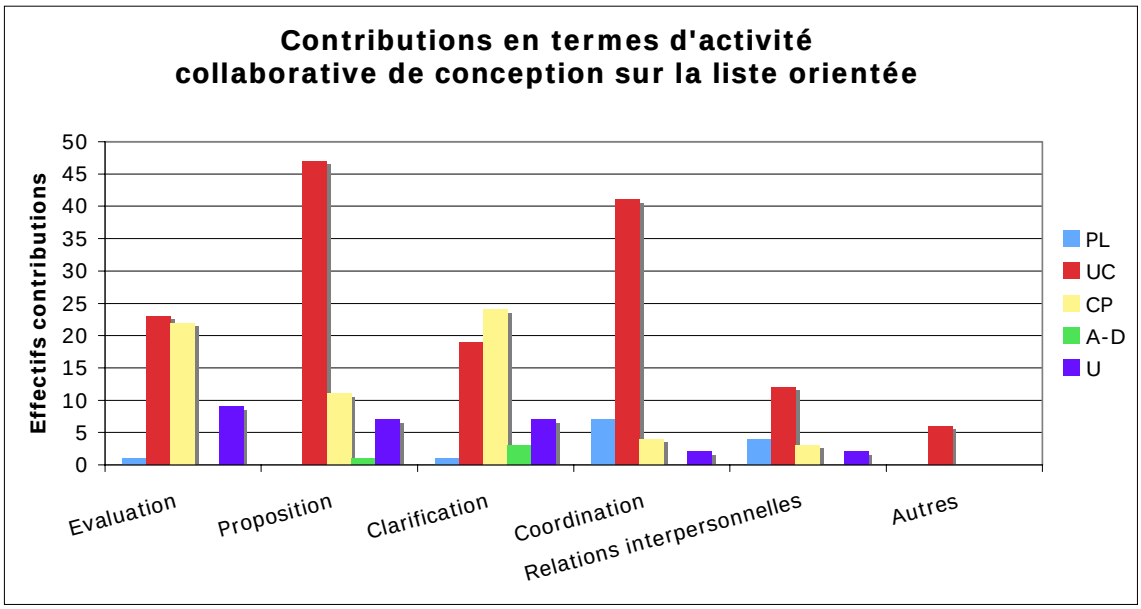


Figure 39 Distribution des activités collaboratives de conception parmi les participants sur la liste orientée conception dans le processus de conception décimal

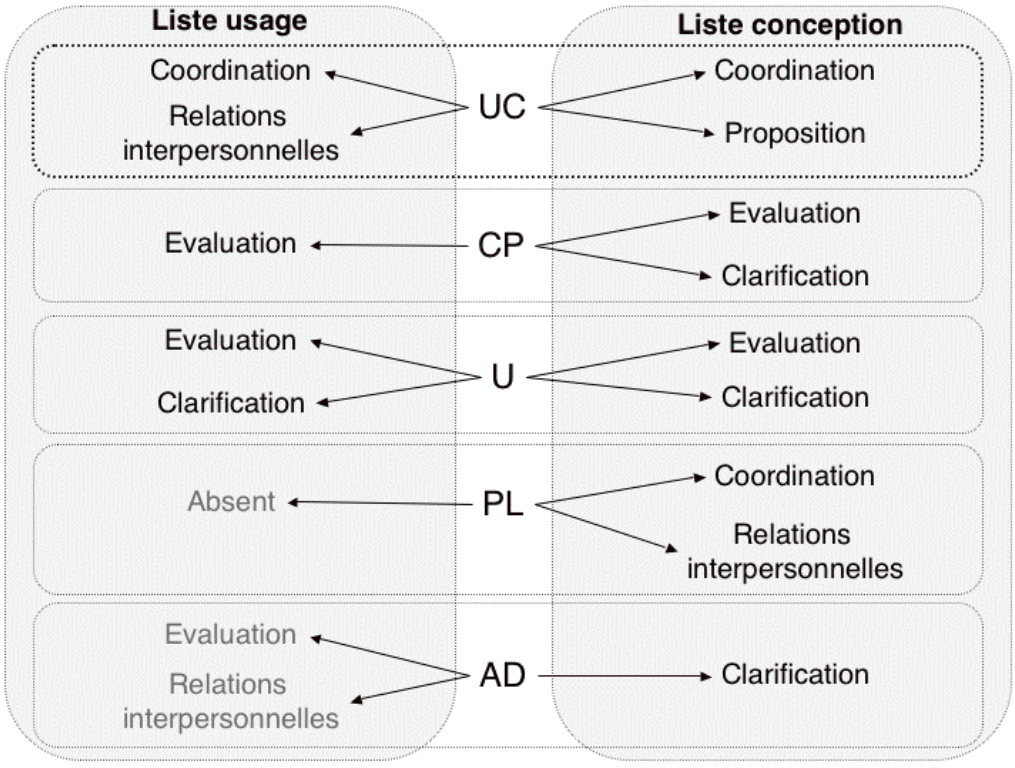


Figure 40 Graphe d'attraction des activités collaboratives privilégiées des participants, suivant la liste de discussion, dans les discussions parallèles de même thème du processus de conception décimal

Globalement, les relations entre le type de participant et les activités mises en œuvre sont de force intermédiaire tant sur la liste orientée usage (V^2 Cramer=0,03) que sur la liste orientée

conception (V^2 Cramer=0,07). L'intégration des résultats des figures précédentes nous permet de caractériser la répartition des rôles parmi les participants sur les deux listes.

Sur la liste orientée usage, tous les participants effectuent des activités génératives de conception (évaluation, proposition) et de clarification ce qui signifie que les rôles cognitifs et épistémiques sont pris en charge par l'ensemble des participants (à l'exception du développeur dont la participation est très faible). Les activités de coordination et celles liées au rôle socio-relationnel (relations interpersonnelles) sont également prises en charge par l'ensemble des participants (excepté le développeur). Cependant, ces activités, et leurs rôles afférents, sont mises en œuvre dans des proportions diverses, ce qui déterminent les tendances à réaliser telle ou telle activité :

- le rôle cognitif et épistémique a tendance à être pris en charge par les utilisateurs et les cross-participants, qui réalisent respectivement un peu moins de la moitié et un peu plus du tiers des activités d'évaluation, de clarification et de proposition. Les cross-participants ont néanmoins tendance à faire davantage d'évaluations que d'autres activités, et les utilisateurs montrent une attraction pour les activités d'évaluation et de clarification ;
- le rôle de coordination sur la liste orientée usage est également pris en charge par tous les participants, mais c'est l'utilisateur-champion qui contribue pour plus de la moitié de ces activités, et qui a donc tendance à les mettre en œuvre plus que les autres activités ;
- enfin le rôle socio-relationnel, lié aux relations interpersonnelles, est distribué dans les mêmes proportions (plus du tiers) parmi les utilisateurs et l'utilisateur-champion. Cependant, l'utilisateur-champion a tendance à le mettre en œuvre plus que les autres. Les activités liées aux relations interpersonnelles concernent dans ce cas des propositions d'aide des utilisateurs vers l'utilisateur-champion. L'utilisateur-champion étant argentin, certains utilisateurs lui proposent par exemple de corriger la forme du document PEP.

En ce qui concerne la liste orientée conception :

- les rôles cognitifs et épistémiques sont pris en charge majoritairement par l'utilisateur-champion et les autres cross-participants (plus de la moitié des contributions). Cependant, comme sur la liste orientée usage, les cross-participants ont tendance à être des évaluateurs et des clarificateurs, alors que l'utilisateur champion a tendance à être le proposant, notamment à travers les propositions décrites dans le document PEP ;
- les utilisateurs et les administrateurs contribuent de manière moins importante aux rôles cognitifs et épistémiques. Cependant, les utilisateurs ont tendance à mettre en

œuvre les activités de clarification et d'évaluation plus que les autres activités, et les administrateurs ont tendance à être des clarificateurs ;

- les rôles de coordination et socio-relationnels sont pris en charge en grande partie par l'utilisateur champion (plus de la moitié des contributions). Dans cette liste, les activités liées aux relations interpersonnelles mises en œuvre par l'utilisateur-champion concernent la reconnaissance du travail effectué par ses collègues sur la liste orientée usage ;
- les rôles de coordination et socio-relationnel sont également pris en charge, mais dans une moindre mesure, par le chef de projet qui a tendance à mettre en œuvre des activités liées aux relations interpersonnelles davantage que d'autres activités. Les activités de coordination concernent surtout l'évolution du besoin initial de l'utilisateur-champion vers la nécessité de travailler dans un premier temps sur le module décimal.

Ces résultats nous permettent de mettre en évidence que l'utilisateur-champion est le principal porteur des rôles de coordination et socio-relationnel sur les deux listes, ainsi que dans une moindre mesure le chef de projet sur la liste orientée conception. Les rôles cognitifs et épistémiques sont principalement pris en charge par les cross-participants et les utilisateurs dans les deux listes. L'utilisateur-champion a également un rôle de proposant sur la liste orientée conception.

Les activités privilégiées du chef de projet et du champion sont globalement similaires à celles que nous avions mises en évidence dans les discussions de conception du chapitre précédent, à la seule différence que le champion avait une tendance moins marquée pour la proposition, cette activité étant prise en charge par les administrateurs et les développeurs. Cette différence peut sans doute être imputée à l'étape de conception plus précoce que nous étudions ici : le champion devant faire une premier travail d'exploration des solutions possibles avant qu'elles ne puissent être raffinées à l'étape suivante. Les utilisateurs ont les mêmes tendances à l'évaluation et à la clarification. En revanche, les cross-participants (un administrateur, deux développeurs et un utilisateur) ne reprennent pas les caractéristiques de proposants des administrateurs et développeurs mises en évidence au chapitre précédent. Ils mettent ici en œuvre des activités d'évaluation et de clarification traduisant le soutien qu'ils apportent aux propositions de l'utilisateur-champion.

Apports de connaissances privilégiées

L'étude des apports de connaissances permet de préciser les échanges épistémiques privilégiés par les participants. Il permet de préciser la nature des connaissances échangées par les participants. Les apports de connaissances privilégiées sont analysés de la même façon que les activités collaboratives de conception, en intégrant les résultats provenant de l'analyse

des distributions de ces apports parmi les participants, ainsi que les attractions privilégiées entre la nature des apports de connaissances et le type de participant. Les figures suivantes décrivent la répartition des apports de connaissances entre les participants sur la liste orientée usage (Figure 41, Tableau 99 en annexe) et sur la liste orientée conception (Figure 42, Tableau 100 en annexe), et les attractions privilégiées concernant les apports de connaissances sur les deux listes (Figure 43, Tableaux 101 et 102 en annexe).

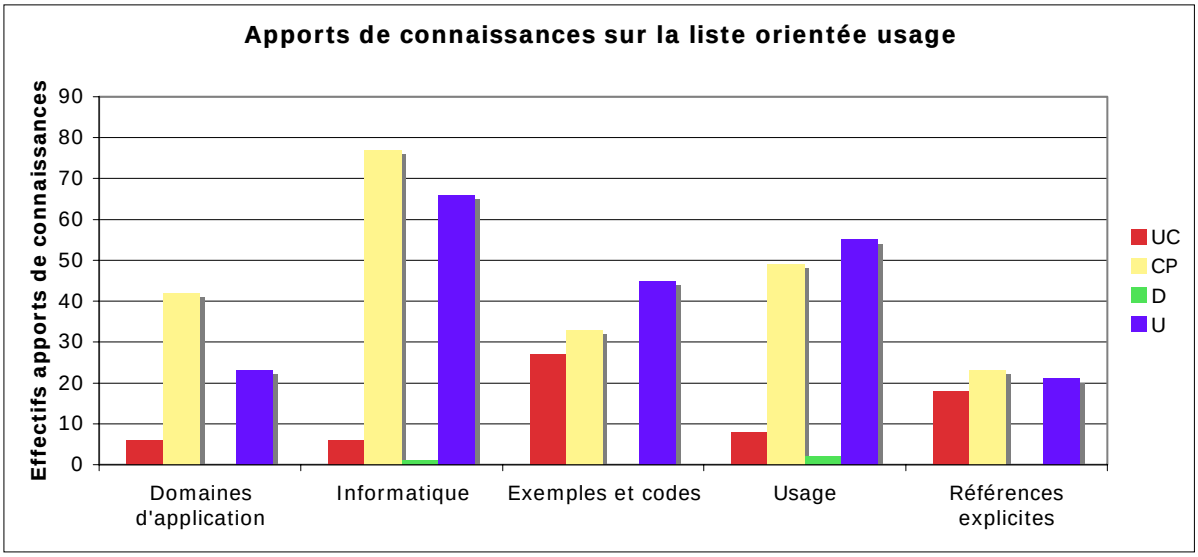


Figure 41 Répartition des apports de connaissances entre les participants dans les discussions parallèles de même thème sur la liste orientée usage dans le processus de conception décimal

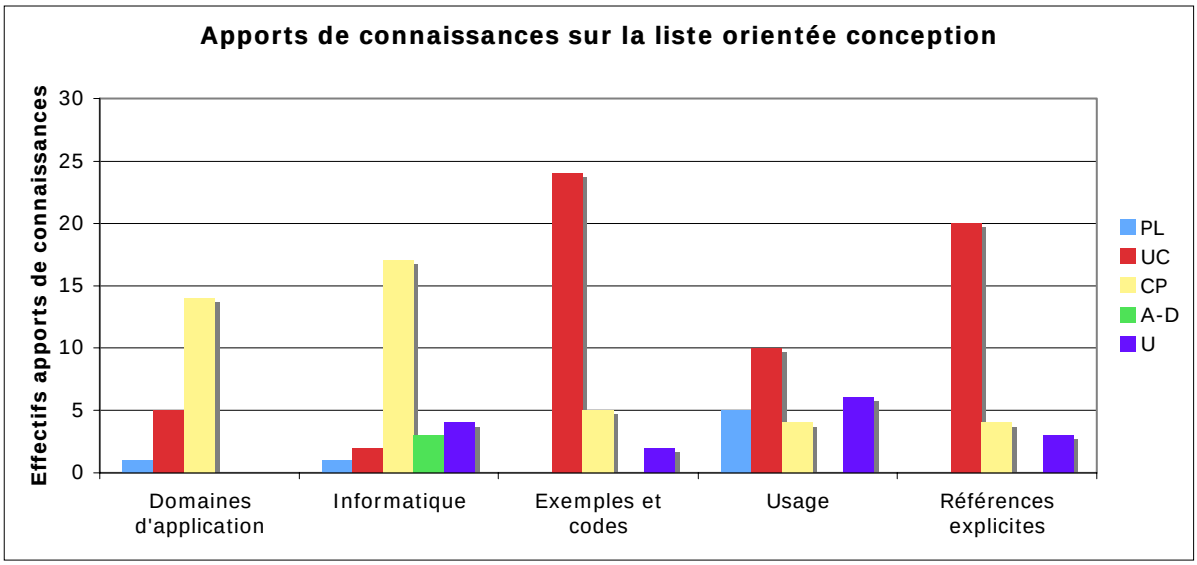


Figure 42 Répartition des apports de connaissances entre les participants dans les discussions parallèles de même thème sur la liste orientée conception dans le processus de conception décimal

Globalement, il y a une relation de force intermédiaire entre le type de participant et la nature des connaissances qu'ils apportent sur les listes orientées usage (V^2 Cramer=0,04) et conception (V^2 Cramer=0,15).

Sur la liste usage :

- les connaissances liées aux domaines d'application, à l'informatique et au domaine de l'usage sont en majorité apportées par les cross-participants et les utilisateurs ;
- concernant le domaine de l'usage, les cross-participants et l'utilisateur-champion ont tendance à apporter des connaissances quant aux utilisateurs. Les utilisateurs ont eu tendance à apporter des connaissances quant à leurs expériences personnelles dans le domaine financier ou en programmation (Tableaux 103 et 105 en annexe) ;
- en revanche, les apports de connaissances sous forme d'exemples et de code informatique, ainsi que ceux relatifs aux références explicites sont réalisés dans des proportions équivalentes par les utilisateurs, l'utilisateur-champion et les cross-participants.

Sur la liste orientée conception :

- on retrouve une répartition analogue pour les cross-participants et l'utilisateur-champion, mais les utilisateurs sont moins prolifiques en termes d'apports de connaissances ;
- le chef de projet est un des principaux contributeurs des connaissances relatives au domaine de l'usage, en particulier celles liées à des expériences personnelles et à des problématiques d'utilisabilité (Tableaux 104 et 106 en annexe). Dans son cas, il s'agit plus de références à ses non-expériences personnelles dans le domaine décimal, comme il nous l'a souligné en entretien. Par ailleurs, il est très sensibilisé aux problématiques liées à l'utilisabilité, en particulier la facilité d'apprentissage, Python étant conçu dans la perspective du « computer programmming for everybody » (http://www.python.org/doc/essays/cp4e.html), ce qui peut expliquer sa tendance à y faire référence ;
- enfin, les administrateurs et les développeurs ont tendance à apporter des connaissances quant au domaine informatique.

L'analyse des taux de liaison permet de préciser cette répartition en mettant en évidence les apports de connaissances privilégiées, en particulier pour les utilisateurs, les cross-participants et l'utilisateur-champion (Figure 43 ; Tableaux 101 et 102). Sur la figure suivante, nous avons grisé les apports de connaissances du chef de projet et du développeur car ils ne participent pas ou quasiment pas aux discussions.

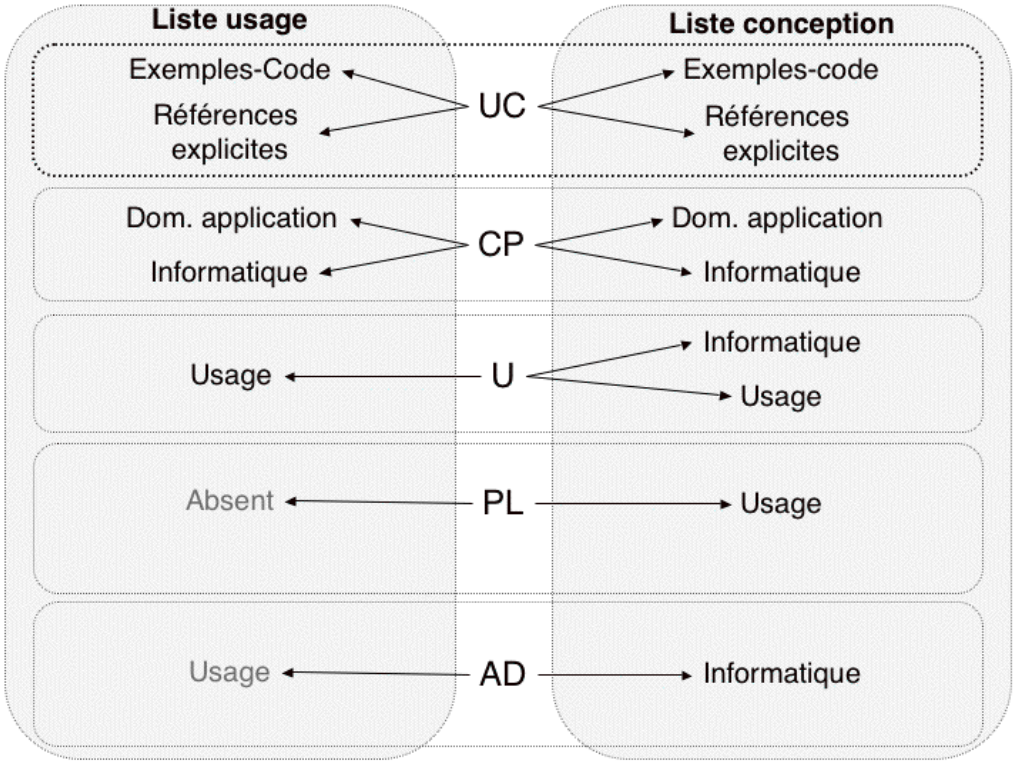


Figure 43 Graphe d'attraction des apports de connaissances privilégiées des participants dans les discussions parallèles de même thème du processus de conception décimal

L'utilisateur-champion et les autres cross-participants ont tendance à apporter des connaissances de manière analogue dans les listes orientées usage et conception, cependant :

- l'utilisateur-champion a tendance à apporter des connaissances sous forme d'exemples et de code, ce qui va de pair avec les propositions qu'il fait dans le document PEP. Il a ensuite tendance à faire des références explicites au travail effectué par ses collègues dans les discussions, ce qui va ici de pair avec le fait qu'il met en œuvre des activités favorisant les relations interpersonnelles ;
- les cross-participants ont tendance à apporter des connaissances quant aux domaines d'application, en particulier à travers des recherches explicites sur les lois et réglementations en vigueur dans le domaine financier et au standard décimal. Ils apportent également des connaissances quant au domaine informatique (règles de programmation, règles de Python) car ce sont quasiment tous des experts reconnus de Python, présents depuis de longue date dans le projet.

Les utilisateurs tendent à apporter des connaissances liées au domaine informatique et au domaine de l'usage sur la liste orientée conception. Dans leur cas, ces connaissances informatiques portent sur les façons de faire liées au calcul décimal dans d'autres langages (Cobol, Java). Comme nous l'avons mis en évidence dans les entretiens présentés au chapitre 8, la recherche de similarité avec d'autres langages est une donnée importante des évolutions

des langages de programmation. Une analyse plus fine des connaissances liées à l'usage montre que les utilisateurs ont tendance à apporter des connaissances liées aux utilisateurs programmeurs et des scénarios sur la liste orientée conception (Tableau 109 en annexe), et des connaissances liées à des expériences personnelles sur la liste orientée usage (Tableau 108 en annexe). Cette différence traduit les divers profils des utilisateurs qui sont plus proches du domaine informatique sur la liste orientée conception et porteurs d'expériences plus diversifiées sur la liste orientée usage.

Synthèse : les cross-participants comme des acteurs d'interface entre usage et conception

L'intégration de ces résultats permet de dégager le profil des différents protagonistes du processus de conception.

Les utilisateurs sont les participants les plus prolifiques sur la liste orientée usage et leur profil est caractérisé par une tendance à occuper les places en ouverture de branche de discussion, ce qui pourrait être caractéristique du profil d'animateur. Cependant, l'analyse des activités et des connaissances qu'ils apportent souligne un rôle plus cognitif et épistémique, à travers des activités d'évaluation et de clarification et des apports de connaissances liées au domaine de l'usage et au domaine informatique. Leur tendance à occuper les débuts de branches de discussion traduit donc le fait qu'ils sont un des moteurs du processus de conception et qu'ils contribuent à sa performance à travers ces activités.

Dans les deux listes de discussion, les administrateurs, les développeurs et le chef de projet participent moins que dans les précédentes discussions PEPs que nous avons étudiées. Le chef de projet conserve néanmoins son rôle de coordinateur.

Enfin, l'ensemble de ces analyses montre que les cross-participants et l'utilisateur ont des profils complémentaires d'acteurs d'interface :

- leur rôle interactif est marqué par la participation croisée aux listes orientées usage et conception et une position centrale dans le réseau de citations ;
- les cross-participants font le lien entre les utilisateurs et le reste de l'équipe de développement et transfèrent des connaissances des domaines d'application et du domaine informatique. Ils ont principalement un rôle cognitif et épistémique à travers des activités d'évaluation et de clarification qui s'appuient sur ces connaissances et permettent de mieux borner et de clarifier les contraintes liées à ces domaines (règles, lois, standards). Ils permettent ainsi l'articulation des contraintes des domaines d'application avec celles du domaine informatique, au travers d'évaluation et de clarification. Se faisant, ils relient le domaine de la conception et de l'usage ;
- l'utilisateur-champion a lui aussi un profil d'acteur d'interface marqué par la coordination et le rôle socio-relationnel. Les références explicites qu'il a tendance à faire soulignent

également son activité importante liée aux relations interpersonnelles : il remercie et reconnaît le travail des autres en nommant les personnes. Par ces activités et l'apport de ces connaissances, l'utilisateur-champion contribue, à la fois à l'efficacité du processus de conception, mais également à celle du collectif en favorisant des relations interpersonnelles harmonieuses et en respectant les règles de reconnaissance du travail d'autrui en vigueur dans les projets LOS.

Un rôle de soutien des cross-participants confirmé et affiné

Le profil d'acteurs d'interface des participants est confirmé et affiné par l'analyse des traces des espaces de documentation et d'implémentation, ainsi que par les entretiens que nous avons réalisés avec des participants à ce processus de conception.

Dans les espaces de documentation et d'implémentation

L'analyse des traces des espaces de documentation et d'implémentation nous permet de préciser que les cross-participants ne contribuent pas à ces espaces.

Dans l'espace de documentation, toutes les modifications du document PEP ont été effectuées par des participants communs aux deux listes. Un unique participant commun (Raymond, le développeur, champion du PEP 279 que nous avons étudié au chapitre précédent) réalise la moitié des neuf modifications à lui seul. L'autre moitié a été réalisée par le développeur-éditeur des PEPs (David G.) qui est le seul développeur (hormis les cross-participants) à participer à la liste orientée usage dans les discussions parallèles.

Dans l'espace d'implémentation, 77% (34/44) des modifications du code ont été réalisées par Raymond et 9% (4/44) par l'utilisateur-champion (une de ces modifications a été réalisée directement par l'utilisateur-champion une fois qu'il a eu acquis les droits, et trois par l'intermédiaire de Raymond qui le mentionne dans la modification). Tim, l'administrateur, expert en calcul décimal fait également une modification. Par ailleurs, deux modifications ont été réalisées par le chef de projet. Les modifications restantes ont été réalisées par deux participants communs (Nick C. et Reinhold B.).

Lors de nos entretiens avec les participants, l'utilisateur-champion souligne que deux des cross-participants (Alex et Tim), ainsi que Raymond l'ont beaucoup aidé, en soulignant le rôle privilégié de Raymond dans les espaces de documentation et d'implémentation.

> *« Alex (cross-participants), Raymond and Tim (cross-participants) helped a lot with all this (they helped with) knowledge in the case of the three, a lot of work cleaning the code and in documentation in the case of Raymond. »* Utilisateur-champion.

Alex, le cross-participant que nous avons interviewé, souligne également le rôle d'un autre cross-participants (Aahz) :

> *« Concerning the people who participated Aahz (who had a semi-worked out module for the purpose in his sandbox for years), Tim (who kidded Aahz about that), Eric (who had done further work on Aahz's module but had no more time to continue). »* Alex, cross-participant.

L'entretien avec le participant commun souligne le rôle de soutien qu'a Raymond envers l'utilisateur-champion :

> *« Facundo and Raymond are the two main participants I recall. Raymond was already a long-time developer on the project - I believe he was the one that made all the actual commits to the repository. Facundo was the source of the idea, and did most of the work in actually writing the PEP and the initial implementation. Raymond provided strong support to the idea as an established participant in the Python project, and basically mentored Facundo through the process of writing the PEP, submitting it and getting it accepted. »* Nick, C., participant commun.

Notons par ailleurs, que si Raymond n'apparaît pas dans les discussions parallèles de même thème que nous avons étudiées, il est un des participants les plus prolifiques de l'ensemble des discussions en ligne liées à la proposition acceptée.

En conclusion, la combinaison de l'analyse des traces dans les espaces de documentation et d'évaluation, nous a permis de confirmer et d'affiner le rôle de soutien, envers l'utilisateur-champion, des cross-participants administrateurs et développeurs. Elle a également mis en évidence la présence d'un rôle de soutien agissant dans les espaces d'implémentation et de documentation et ayant donc un rôle complémentaire à celui des acteurs d'interface de l'espace de discussion. Ce rôle est essentiel, car nous avons vu au chapitre 8 que la possibilité d'implémentation de code est un élément nécessaire à l'aboutissement d'une proposition.

3 Conclusions

Les résultats que nous avons obtenus permettent de préciser la dynamique du processus de conception continu tant dans son organisation temporelle dans les trois espaces d'activité qu'au niveau des rôles des protagonistes de la conception qui soutiennent et contribuent à la performance de ce processus.

3.1 Une complémentarité des listes orientées usage et conception dans le processus de conception continu

En ce qui concerne l'organisation temporelle du processus de conception continu, nous avons mis en évidence que la proposition acceptée est caractérisée par des discussions de conception

plus structurées correspondant à différentes phases du processus de conception (élicitation de besoins, pre-PEP, document PEP formalisé et raffiné, conception du module, valorisation de ce module sur la liste usage, rédaction de la documentation du module, corrections de dysfonctionnement).

Nous avons également mis en évidence la distribution des phases du processus entre les listes orientées usage et conception avec leurs spécificités, et les espaces d'activité :

- la liste orientée usage est le lieu des phases d'élicitation des besoins et de valorisation du nouveau module par l'utilisateur-champion, auprès des utilisateurs ;
- la liste orientée conception est le lieu d'une phase de raffinement de la conception qui aboutit à la création physique du module dans l'espace d'implémentation, puis d'une phase de documentation à la suite de la phase de valorisation sur la liste orientée usage et l'usage répandu du module ;
- les listes orientées usage et conception sont le lieu parallèle de phases de conception (formalisées sous formes de documents pre-PEP et PEP), et de correction des dysfonctionnements. Cependant, les activités et apports de connaissances sont complémentaires sur ces deux listes :
  - la liste orientée usage est le lieu de la majorité des activités d'évaluation et de clarification, ainsi que des apports de connaissances concernant le domaine informatique et l'usage. Cette liste est donc également un lieu de conception, en particulier de rencontre entre les besoins des divers domaines d'application et d'usage et la conception du langage ;
  - la liste orientée conception est marquée par des activités de proposition, même si des activités d'évaluation et de clarification y ont également lieu, et par des apports de connaissances liées aux expériences personnelles des participants et aux problématiques d'usage et d'utilisabilité. Elle est également marquée par des activités de coordination, qui correspondent à ce que l'on attend de cette liste (orientée vers la conception et son organisation), mais également des activités socio-relationnelles (relations interpersonnelles) et des références explicites traduisant la volonté des participants à cette liste de reconnaître et de poursuivre le travail effectué sur la liste orientée usage.

Concernant la participation globale au processus, l'étape aboutissant à la proposition rejetée est caractérisée par une plus forte présence de participants réguliers et communs et de l'équipe de développement (administrateurs, développeurs et chef de projet) que celle qui abouti à la proposition acceptée. Cependant cette plus forte présence ne garantit pas le succès des propositions. Au contraire, la phase qui aboutit à une proposition acceptée et à la conception d'un nouveau module est caractérisée par la présence plus importante d'utilisateurs, en

particulier sur la liste orientée conception, et la présence de cross-participants entre les listes orientées usage et conception.

Cette implication des utilisateurs peut être expliquée par la conjonction de deux facteurs. D'une part, le champion de la proposition est un utilisateur, qui a associé dès le début du processus la communauté des utilisateurs de Python à travers la liste orientée usage. D'autre part, cet utilisateur et sa proposition ont été soutenus par des acteurs d'interface, qui sont des membres reconnus du projet, comme nous le rappelons dans la section suivante.

Enfin, ce processus, s'étalant sur environ deux ans, s'accompagne de l'évolution du besoin initial pour répondre aux contraintes de la conception de l'artefact, mais également de l'évolution de son champion qui devient développeur du projet, et contribue ainsi au renouvellement des développeurs de Python.

3.2 Participation et rôles dans le processus de conception continu

Le processus de conception continu que nous avons étudié est marqué par la participation des utilisateurs et des cross-participants, dont l'utilisateur-champion du PEP, et un relatif retrait du chef de projet, ainsi que des administrateurs et des développeurs, par rapport aux discussions de conception analysées au chapitre précédent. Nous avons analysé plus finement les rôles des protagonistes dans des discussions parallèles de même thème susceptibles d'être le lieu de l'articulation entre conception et usage. Nous avons ainsi mis en évidence que l'ensemble des protagonistes contribue à toutes les activités collaboratives de conception et balaye le spectre des apports de connaissances liées à ce processus. Cependant, des profils particuliers se sont dégagés précisant les apports spécifiques de ces participants.

Un profil d'utilisateurs marqué par des rôles cognitif et épistémique

Les utilisateurs sont impliqués tout au long de ce processus de conception continu, et de manière préférentielle dans l'étape correspondant à la proposition acceptée. De manière globale, l'ensemble des utilisateurs contribuent préférentiellement aux activités d'évaluation et de clarification et apportent préférentiellement des connaissances liées à des expériences personnelles dans les domaines d'application ou dans le domaine informatique.

Les cross-participants : des acteurs d'interface entre usage et conception

Dans les discussions parallèles de même thème, nous avons mis en évidence la présence de cross-participants entre les listes orientées usage et conception ; présence qui différencie de manière significative l'étape aboutissant à la proposition acceptée, de l'étape aboutissant à la proposition rejetée. Nous montrons que ces cross-participants sont des acteurs d'interface qui contribuent à la performance du processus de conception, mais également au renouvellement du collectif de conception à travers des activités de médiation et de soutien en particulier auprès de l'utilisateur-champion.

Le profil de ces acteurs d'interface est, en premier lieu, marqué par un rôle interactif caractérisé par :

- leur participation croisée dans les listes orientées usage et conception, ce qui leur permet de faire le lien entre les réseaux locaux de collaboration qui se créent dans les communautés de concepteurs et d'utilisateurs autour du problème de conception ;
- leur position centrale dans le réseau de citations caractérisant ce lien. Les cross-participants tendent à citer et à être cités par les utilisateurs. Les cross-participants tendent à être cités par les développeurs et l'utilisateur-champion fait le lien avec le chef de projet ;
- leur interaction privilégiée et réciproque (citation mutuelle) avec l'utilisateur-champion, traduisant le soutien que procurent les cross-participants, pour la plupart des personnes reconnues du projet, à l'utilisateur-champion.

Les cross-participants ont également un profil marqué par des rôles cognitifs et épistémiques caractérisés par :

- leurs contributions prolifiques en termes d'activités et d'apports de connaissances : les cross-participants sont les plus gros contributeurs en termes d'activités collaboratives et de connaissances apportées. Par ailleurs trois d'entres eux sont actifs depuis le début du processus et deux vont le rester jusqu'à la fin ;
- leurs apports de connaissances spécifiques concernant les domaines d'application et le domaine informatique : les cross-participants apportent et partagent des connaissances à la fois sur les domaines d'application et sur le domaine informatique, permettant ainsi de passer les frontières entre le domaine de l'usage et celui de la conception.

Dans l'espace de discussion, les cross-participants permettent, ainsi, d'articuler usage et conception dans le processus à travers un rôle d'évaluation et de clarification, en apportant de nombreuses connaissances, et en transférant des connaissances des domaines d'application vers le domaine informatique. Les cross-participants et un autre administrateur présent dans les espaces d'implémentation et de documentation soutiennent l'utilisateur-champion et son projet de conception tout au long du processus. Ils favorisent ainsi la progression de l'utilisateur-champion dans la hiérarchie du projet.

L'utilisateur-champion un acteur d'interface orienté vers la coordination et un rôle socio-relationnel

L'utilisateur-champion agit également comme un acteur d'interface :

- il s'agit d'un cross-participant qui occupe par ailleurs une position centrale dans le réseau de citations ;

- il s'agit du participant le plus prolifique en termes d'activités de conception et d'apports de connaissances ;
- en revanche l'orientation de son profil est plus socio-relationnelle et tournée vers la coordination, que celui des autres cross-participants. Il favorise des relations interpersonnelles harmonieuses à travers notamment des activités de reconnaissance du travail effectué par les autres protagonistes de la conception. Il est également un moteur de la conception à travers des activités de proposition et de coordination.

Constante du profil du chef de projet

Enfin, nous montrons que le chef de projet assure le même rôle de coordination que dans les discussions de conception, mais de manière beaucoup moins marquée. Il conserve néanmoins un profil similaire à celui que nous avions déjà mis en évidence, c'est-à-dire orienté vers la coordination du processus. Il explique ce retrait relatif par un manque de compétences dans le domaine traité par le problème de conception, préférant laisser sa place technique à certains cross-participants, experts du domaine (notamment Tim). En son « absence », il n'apparaît pas de profil d'animateur de la discussion : c'est-à-dire qu'aucun participant ne se retrouve préférentiellement en début de branche de discussion et ne réalise de synthèse.

Ces résultats confirment l'implication des utilisateurs dans le processus de conception, ainsi que la dynamique de cette implication, tant au niveau de la complémentarité des listes de discussion du projet, que du rôle des différents protagonistes. Ils montrent également que la conception de l'artefact logiciel est soutenue par des participants clés, jouant le rôle d'acteurs d'interface entre usage et conception, mais appuyant également l'utilisateur-champion, lui permettant ainsi d'évoluer dans le collectif et de contribuer à son renouvellement. Ces résultats étendent ceux de Ducheneaut (2003 ; 2005) qui mettait en avant les aspects stratégiques du processus d'intégration de nouveaux membres dans le collectif de conception de Python, en spécifiant la dynamique de ce soutien stratégique.

Conclusion générale et perspectives de recherche

1 Conception de l'artefact, conception du collectif et apports méthodologiques

Ce travail de recherche a permis de caractériser l'organisation du processus de conception de l'artefact Python, ainsi que la participation au collectif soutenant cette conception. Ce travail présente également un apport méthodologique quant à l'analyse de ces nouvelles formes d'organisation du travail.

1.1 Conception de l'artefact

Les résultats de nos différentes études permettent d'éclairer l'organisation du processus de conception continu des LOS tant dans son articulation entre les trois espaces d'activité, qu'en ce qui concerne la dynamique spécifique des discussions en ligne, qui constituent le cœur de ce processus.

Un processus de conception continu distribué dans les trois espaces d'activité et marqué par des moments de quasi-synchronisme

Une spécialisation des listes orientées usage et conception et une articulation des actions entre les trois espaces d'activité

Nos résultats confirment que le processus de conception continu est distribué dans les trois espaces d'activité du projet (discussion, implémentation et documentation) (chapitres 8 et 10) et qu'il y a une spécialisation des participants dans ces trois espaces. Certains participants sont plus prolifiques dans l'espace de discussion, d'autres dans les espaces de documentation et d'implémentation, comme dans le cas des participants soutenant l'utilisateur-champion (chapitre 10).

Ils précisent également les fonctions des listes orientées usage et conception de l'espace de discussion (chapitre 10). Ils éclairent enfin l'articulation des actions dans ces trois espaces et la répartition des phases du processus de conception continu dans ces espaces (chapitre 10).

Dans l'espace de discussion, le processus de conception n'est pas cantonné à la liste orientée conception. La liste orientée usage soutient également les premières étapes d'élicitations de besoins et de conception. Le déroulement du processus de conception est, ensuite, marquée par :

- une spécialisation des listes de discussion en termes de phases de la conception qui y ont lieu (p.ex. raffinement de la fonctionnalité spécifiée dans le PEP sur la liste orientée conception ; valorisation du nouveau module et questions d'usage sur la liste orientée conception) ;

- des actions dans les espaces de documentation et d'implémentation liées aux activités des listes (création du document PEP, à la suite de la phase de pre-PEP, implémentation du code à la suite de la phase de raffinement du PEP).

Des discussions en ligne de conception focalisées et quasi-synchrones

Les discussions que nous avons analysées dans une perspective synchronique (chapitre 9), nous permettent de préciser la dynamique des discussions de conception liées aux phases de raffinement des PEPs :

- les discussions de conception en ligne sont marquées par des schémas de discussions spécifiques et une focalisation thématique. Les premiers messages des discussions abordent plusieurs thèmes proposés initialement par les documents PEP. Puis, les messages et la discussion se focalisent autour de thèmes principaux de conception, à la différence de ce qui est observé pour les discussions en ligne plus ouvertes (p.ex. Herring, 1999) ;
- les discussions de conception sont quasi-synchrones. Le traitement des thèmes de conception peut s'étaler sur plusieurs jours, mais des moments de quasi-synchronisme (groupes de messages échangés en une à deux heures) existent durant ces périodes. Ce caractère quasi-synchrone est renforcé par le fait que les processus de conception continu peuvent s'étaler dans un empan temporel de plusieurs mois (chapitre 10). Les réponses à un message dans l'heure suivant son envoi apparaissent donc comme quasi-instantanées au regard cet empan.

Ces moments de quasi-synchronisme, ainsi que la focalisation des discussions, traduisent la présence de règles implicites, communément admises par les participants, garantissant l'efficacité du processus de conception (règles de pertinence du contenu de la réponse, règles d'encadrement des dérives thématiques des discussions). Ces règles permettent en particulier de dépasser les barrières liées à la quantité de données potentiellement générées par les discussions en ligne et de conserver des discussions focalisées et plus faciles à retracer, *a posteriori,* par les participants. Ce dernier point traduit l'importance du besoin d'organisation des traces des discussions qui peuvent devenir touffues en l'absence de modération.

Dynamique cognitive et épistémique des discussions en ligne

Les analyses des discussions en ligne, tant dans la perspective synchronique (chapitre 9) que dans la perspective diachronique (chapitre 10), mettent en évidence les caractéristiques de ces discussions de conception en termes d'activités collaboratives de conception :

- les activités d'évaluation, de proposition et de clarification sont les activités les plus représentées dans les discussions de conception en ligne et ceci sur la liste orientée usage comme sur la liste orientée conception ;

- leur répartition est similaire à celle mise en évidence dans les réunions de conception en face à face (Olson et al., 1992 ; d'Astous et al., 2004).

Par ailleurs, les séquences d'activités soutenant le processus de conception sont également similaires à celles mises en évidence dans les réunions en face à face (p.ex. d'Astous et al., 2004) (chapitre 9) :

- les séquences « évaluation-évaluation » traduisant des divergences ou des convergences entre participants ;
- les séquences « proposition-évaluation » qui traduisent le mouvement de « génération – évaluation de solutions » décrit dans la littérature (Visser et al., 2004) ;
- ou encore les séquences de « clarification-clarification » qui visent, dans les discussions étudiées, la construction d'une représentation commune du problème de conception et de ses implications pour le langage.

Nous montrons également que les connaissances échangées par les protagonistes de la conception concernent en premier lieu le domaine informatique et des apports d'exemple et de code, ainsi que dans une moindre mesure au domaine de l'usage (chapitre 10). La prégnance des références au domaines informatique et au code s'explique par le fait que les protagonistes de la conception disposent dans leur ensemble de connaissances en informatique concernant Python mais également d'autres langages. L'apport de connaissances sous formes d'exemples, de code, ou de scénarios pourrait être rapproché de simulations opérées par les participants concernant la future fonctionnalité, à travers ces exemples (p.ex. Darses, 2006).

Cependant, nous mettons en évidence que, comme en ce qui concerne les phases du processus de conception continu, la liste orientée usage et la liste orientée conception sont spécialisées en termes d'activités collaboratives de conception et d'apports de connaissances :

- la liste orientée usage est le lieu d'activités d'évaluation, de clarification et d'apports de connaissances liées à l'usage (aux utilisateurs, à des scénarios) mais également au domaine informatique ;
- la liste orientée conception est elle le lieu privilégié des propositions de solutions et de coordination, même si les activités génératives de conception et les activités d'évaluation et clarification sont toujours prédominantes.

1.2 Participation et conception du collectif

Ce travail de recherche permet de spécifier la structure du collectif de conception d'un logiciel LOS, ainsi que les frontières définissant des communautés de concepteurs et d'utilisateurs au sein d'un projet LOS. Il permet également de préciser la façon dont le collectif de conception est conçu et fonctionne à travers les divers profils et rôles qui y émergent.

Frontières des communautés et structuration du collectif de conception

Nos résultats permettent de préciser les frontières de l'organisation sociale du projet Python dans son ensemble et l'organisation du collectif engagé dans la conception de ce logiciel (chapitre 8). Nous délimitons ainsi des communautés de concepteurs et d'utilisateurs dont les frontières sont définies par les activités des participants vis-à-vis de l'artefact (conception ou usage) et les domaines d'application dans lesquels évoluent les participants (Figure 44).

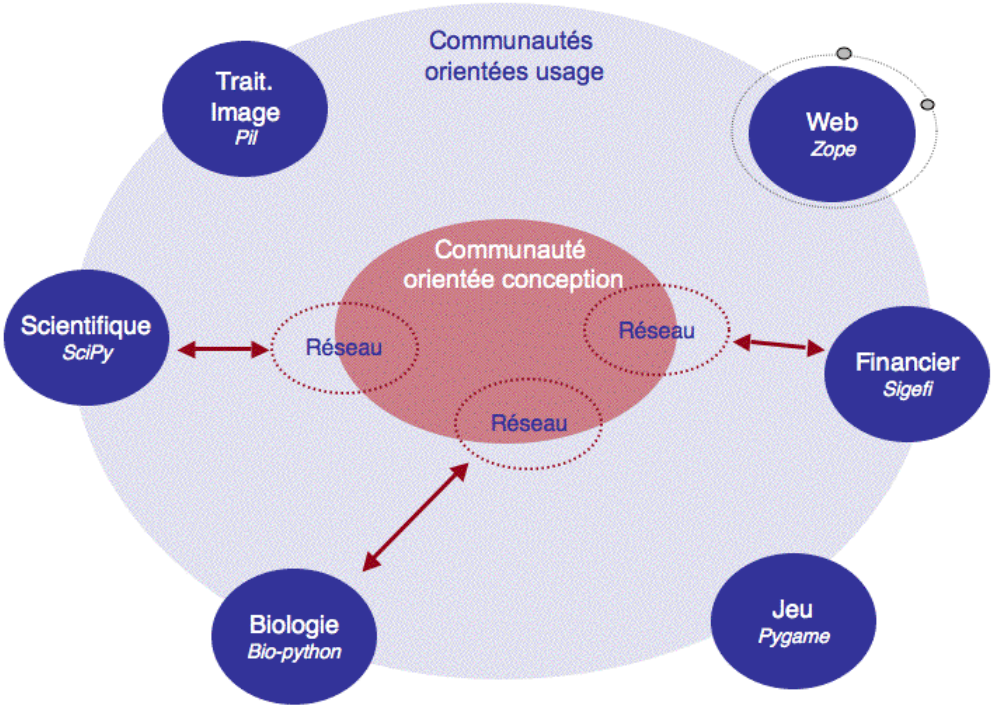


Figure 44 Communautés orientées usage et conception et réseaux de conception locaux

Concernant la communauté des concepteurs de Python, nous montrons que ce collectif de conception de Python est structuré autour d'un noyau de quelques dizaines de développeurs reconnus et présents depuis plusieurs années dans le projet ; noyau qui augmente et se renouvelle constamment depuis le début du projet (chapitre 7).

Les études réalisées dans les perspectives synchronique (chapitre 9) et diachronique (chapitre 10) nous permettent de préciser que seuls des sous-ensembles de ce collectif, des réseaux de conception locaux composés d'environ une vingtaine d'utilisateurs et de développeurs, participent activement à des processus de conception spécifiques. Les utilisateurs participant à ces réseaux peuvent provenir de diverses communautés d'utilisateurs, liées au domaine d'application de Python. Ce sont ces ensembles de réseaux qui constituent alors la communauté des concepteurs de Python (Figure 44).

Des rôles cognitifs et épistémiques distribués parmi l'ensemble des participants et une place importante des utilisateurs

Nous montrons que les rôles cognitif et épistémique sont distribués parmi l'ensemble des membres de ce collectif de conception. Ce résultat confirme l'ouverture du processus de conception LOS et la place qu'y prennent les utilisateurs.

Les résultats provenant des études diachronique et synchronique permettent de mettre en évidence que les utilisateurs sont impliqués tout au long du processus de conception continu de l'artefact et n'interviennent pas uniquement de manière ponctuelle pour corriger des dysfonctionnements, comme cela a été établi dans la littérature portant sur la conception LOS (p.ex. Raymond, 1999).

Tant dans les étapes amonts du processus de conception (élicitation des besoins, Pre-PEP) que dans les étapes de conception et de raffinement des fonctionnalités (PEP) , les utilisateurs ont un rôle cognitif et épistémique qui se traduit par des activités d'évaluation et de clarification et des apports de connaissances liées à des expériences personnelles dans les domaines d'application ou dans le domaine informatique. Le profil des utilisateurs se caractérise, par ailleurs, par un rôle interactif neutre du point de vue de la gestion de l'interaction, c'est-à-dire une position linéaire dans les discussions. Cependant, de manière individuelle, certains utilisateurs ont des contributions, en termes de participation, d'activités et de position dans la discussion, de même niveau que des administrateurs et développeurs du projet.

Les champions et le chef de projet : des animateurs locaux des processus de conception

Deux invariants des discussions analysées tant dans la perspective synchronique que dans la perspective diachronique, sont les profils du chef de projet et du champion. Ces profils sont caractérisés par un rôle de coordination du processus qui correspond à ce qu'on attend de leur statut. Le champion est en charge de faire discuter son PEP et le chef de projet est le garant du processus de conception.

Le chef de projet est un des participants les plus prolifiques et son rôle est marqué par des activités de coordination et de synthèse. Ce profil se traduit, également, par un rôle interactif spécifique : il a tendance à occuper des positions qui ne sont pas neutres du point de vue de la gestion de l'interaction (début de branche ou clôture) et il est au centre des réseaux de citations, liant les développeurs et/ou les utilisateurs. La constance de ce profil dans les processus analysés nous permet de conclure que le chef de projet a un profil de leader dans le projet. Notons cependant que dans le processus de conception « poussée par les utilisateurs » étudié dans la perspective diachronique, le chef de projet est en léger retrait, qu'il explique par sa non-maîtrise technique du domaine de cette fonctionnalité. Il s'en remet alors à un super-expert du domaine dans le processus de conception. Ce point ne remet pas en cause se profil de leader qui de manière générale est caractérisé une adapatation aux situations (Blanchet et Trognon, 1994 ; Oberlé, 1995b). En revanche, cela souligne que le profil de leader peut être

assuré, en fonction de la problématique de conception, par les super-expert du projet (Sonnentag, 1998).

Les champions des propositions étudiées assurent également un rôle de coordination. Cependant, leurs rôles interactifs diffèrent selon le champion, traduisant des stratégies de réponses spécifiques à ces champions : le champion étudié dans la perspective synchronique a tendance à être en ouverture de branches de discussions, alors que l'utilisateur-champion est en fermeture.

Notons que ces deux champions ont tous deux évolués dans la hiérarchie du projet puisque le développeur-champion étudié dans la perspective synchronique est devenu administrateur du projet, et a soutenu par la suite l'utilisateur-champion et sa proposition, qui est lui devenu développeur du projet. Ce dernier point souligne que la conception de l'artefact s'accompagne également du renouvellement du noyau dur du collectif de conception, en particulier de par l'acquisition du statut de développeurs.

Des acteurs d'interface articulant usage et conception

Si les utilisateurs participent à l'ensemble du processus de conception, l'articulation entre conception et usage, ainsi qu'entre la communauté des concepteurs et celles des utilisateurs, est assurée par des acteurs d'interface. Deux profils d'acteurs d'interface sont identifiés : l'un ayant une orientation cognitive et épistémique, et l'autre de coordination et socio-relationnelle. Ces deux profils sont caractérisés par un rôle interactif commun déterminé par :

- la participation croisée, dans des discussions parallèles de même thème entre la liste orientée usage et la liste orientée conception ; la liste orientée usage étant le pont entre les diverses communautés d'utilisateurs et la communauté des concepteurs ;
- une place centrale dans le réseau de citations, en particulier entre les utilisateurs et les développeurs ;
- une contribution active en termes de nombres de messages postés.

Acteurs d'interface « cognitifs et épistémiques » et acteurs d'interface « de coordination et socio-relationnels » se différencient de par les activités collaboratives de conception et les apports de connaissances qu'ils mettent en œuvre :

- les acteurs d'interface « cognitifs et épistémiques » mettent en œuvre préférentiellement des activités d'évaluation et de clarification, comme les autres participants au processus de conception. En revanche, leurs contributions spécifiques concernent l'apport de connaissances quant aux domaines d'application et aux domaines informatique et ce dans les deux listes de discussion, ce qui leur permet de contribuer à l'articulation entre conception et usage ;

- l'acteur d'interface « de coordination et socio-relationnel » a un profil marqué par des activités de coordination. Ils favorisent également des relations inter-personnelles harmonieuses par ces activités de reconnaissances et de références au travail de ces collègues.

Dans l'espace de discussion, les acteurs d'interface, qui sont des personnalités reconnues dans les communautés Python, soutiennent l'utilisateur-champion. Nous montrons également que ce rôle de soutien est également assuré dans les espaces d'implémentation et de documentation par un autre participant. Ces résultats permettent de préciser les dynamiques stratégiques d'évolutions dans les projets qui avaient été signalées dans le travail de Ducheneaut (2005). Ils confirment, également, ce que nous déclaraient les participants des communautés Python interviewés (chapitre 8) : le processus de conception est certes ouvert, mais soutien et implémentation de code sont deux éléments essentiels à l'acceptation de nouvelles fonctionnalités dans le projet.

1.3 Apports méthodologiques

L'apport de ce travail de recherche est également méthodologique. En effet, la plupart des recherches portant sur les projets LOS, soit au niveau de la compréhension du collectif soutenant la conception (p.ex. Herman et al., 2003 ou Lakhani et Wolf, 2005 pour l'analyse des motivations des participants), soit au niveau de la compréhension de l'organisation de la conception (p.ex Mockus et al., 2002) développent des méthodes basées sur:

- des analyses quantitatives de données, souvent indifférenciées issues des traces des espaces d'interactions, le plus souvent de l'espace d'implémentation (traces de modifications du code, rapports de dysfonctionnement) (p.ex. de Souza et al., 2005 ; Ripoche, 2006), et parfois sur l'espace de discussions (Sowe et al., 2006) ;
- des enquêtes de grandes envergures (p.ex. Gosh et al., 2000), ou des questionnaires (p.ex. Herman et al., 2003) ;
- ou encore des méthodes ethnographiques (p.ex. Scacchi, 2001 ; 2004 ; Mahendran, 2002) parfois combinées à des analyses quantitatives basées sur des traces (p.ex. Ducheneaut, 2003 ; 2005), ou a des entretiens (p.ex. Gutwin et al., 2004 ; Demazière et al., 2007) ;
- et parfois des analyses qualitatives du contenu des traces de l'espace de discussion (p.ex. Crowston et al., 2007 ; Conein, 2004).

L'originalité de notre approche a été de combiner des analyses structurelles portant sur les traces des trois espaces d'activité (participation, lien entre les participants sur la base de la citation dans l'espace de discussion, organisation du processus de conception dans le temps et dans les trois espaces) à des analyses de contenu (apports de connaissances, activités collaboratives de conception). Par ailleurs, nous avons analysé des corpora de données situés

(processus PEPs), c'est-à-dire concernant des processus de conception spécifiques, et non pas à partir d'un ensemble des traces indifférenciées et relevant de diverses problématiques de conception, ou non. Ces analyses sont également enrichies d'entretiens avec des participants, concepteurs ou utilisateurs de Python, et des entretiens contextualisant concernant les problématiques de conception spécifiques.

La combinaison de ces analyses nous a permis de mettre en évidence que les traces d'un seul espace d'activité ne suffisaient pas à décrire l'organisation de la conception et la participation aux processus de conception et au collectif. En effet, dans le processus de conception « poussée par les utilisateurs » étudié dans la perspective diachronique (chapitre 10), l'analyse des traces de l'espace d'implémentation n'est pas représentative de la diversité des participants au processus de conception (quasiment aucun participant aux discussions en ligne ne modifie directement le code). Inversement, certains participants ne sont pas visibles sur les listes alors que leur contribution est majeure dans le processus de conception (c'est le cas de l'acteur d'interface Raymond dans l'étude diachronique, ou des participants ayant acquis le statut de développeur, en 2002, sans qu'ils aient participé aux listes comme nous l'avons vu au chapitre 7).

Par ailleurs, l'analyse de problématiques de conception différentes a permis de préciser la structure du collectif de conception du LOS, en identifiant des réseaux de conception spécifiques. Elles permettent de spécifier la dynamique des échanges de connaissances, et la participation d'acteurs d'interface dans le processus de conception de manière plus fine que cela a pu être fait à l'aide de l'analyse des réseaux sociaux.

2 Perspectives de recherche

Les perspectives de cette recherche concernent les possibilités de franchissement des barrières à la participation au processus de conception mises en évidence (chapitre 8). Nous verrons que ces possibilités de franchissement sont liées à l'instrumentation des analyses et des situations de conception LOS, comme nous allons le développer.

2.1 Dépasser les barrières à la participation au processus de conception?

Dans ce travail, nous mettons en évidence que la participation au processus de conception LOS est conditionnée par deux types de barrières :

– des barrières liées à la disponibilité temporelle, aux compétences des participants (compétences en programmation), et au soutien qu'ils peuvent recevoir leur permettant de combler des déficits en termes de compétences (chapitre 8 et 10). Ces barrières complètent celles mises en évidence par Mahendran (2002) et Ducheneaut (2005), qui portaient sur les compétences discursives et théoriques en informatique dont devaient disposer les participants pour évoluer dans le projet ;

- des barrières techniques liées à la qualité des outils permettant aux participants de se construire une conscience du processus de conception (p.ex. état des solutions de conception, tâches à prendre en charge) et une conscience sociale (p.ex qui a quelle expertise ?) (chapitre 8), qui sont deux éléments essentiels à la performance des situations de conception collaborative médiées (Olson et Olson, 2000).

Ces deux grands types de barrières sont indissociables. En effet, en l'absence d'outils performants les participants ne sont pas en mesure de déployer leur gamme de compétences en prenant part à la conception, voire d'en acquérir de nouvelles.

Concernant les barrières liées aux compétences des participants, l'intégration de ces résultats nous permet de mettre en évidence trois sous-groupes de barrières à la participation (Figure 45) :

- un premier groupe de barrières concerne le niveau minimal de compétences en informatique et la disponibilité temporelle dont il faut disposer pour participer. Les participants dépassant ce premier niveau de barrière peuvent être en mesure de concevoir des modules pour leur usage propre par exemple ;
- un deuxième groupe de barrières concerne les compétences discursives et relationnelles nécessaires pour interagir dans les listes de discussion des projets. Ces compétences sont des éléments essentiels de la construction de la renommée d'un participant, voire de l'apprentissage à travers les listes (Ducheneaut, 2005). Les participants dépassant ce deuxième niveau de barrières peuvent être en mesure de proposer des modifications mineures qui seront intégrées par les développeurs au code source par exemple ;
- un dernier groupe de barrières concerne des compétences théoriques en informatique et compétences en termes d'implémentation (Mahendran, 2002) qui permettent de parfaire sa renommée mais également de prendre en charge des tâches plus complexes dans les projets et donc d'acquérir le statut de développeur, voire d'administrateur. Les participants dépassant ce troisième niveau de barrières peuvent défendre, faire accepter et implémenter des propositions de nouvelles fonctionnalités par exemple.

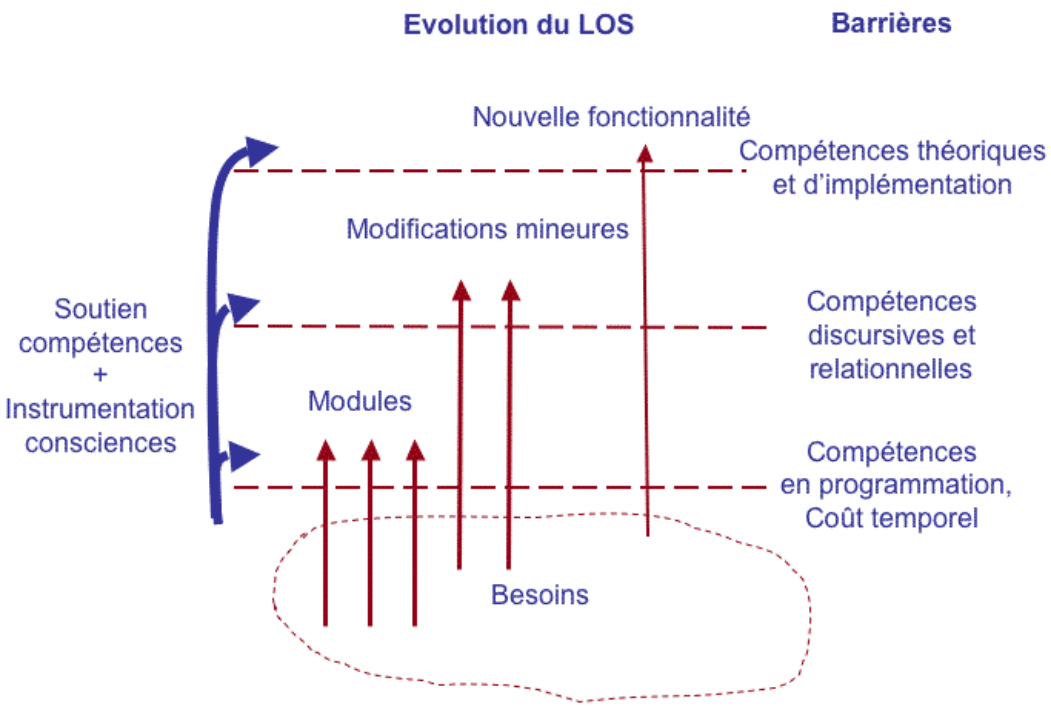


Figure 45 Barrières à la participation au processus de conception des LOS

Nous avons montré qu'un déficit en termes de compétences pouvait être pallié par le soutien de participants reconnus du projet (chapitre 10). L'utilisateur-champion a été soutenu dans sa proposition par des acteurs d'interface dans l'espace de discussion, mais également par un administrateur dans les espaces d'implémentation et de documentation. Nous pouvons faire l'hypothèse que, sans ces soutiens, la proposition de l'utilisateur-champion n'aurait pas été acceptée car il ne disposait pas des compétences et de la renommée nécessaire.

Cependant, les possibilités de dépasser ces barrières sont intimement liées à la qualité des outils instrumentant soutenant la construction d'une conscience sociale et d'une conscience du processus de conception. Les entretiens réalisés dans l'étude présentée au chapitre 8 montrent des déficits de construction cette conscience du projet et soulignent le besoin d'outils permettant d'affiner les « sources d'informations » des participants.

Certaines perspectives d'instrumentation de l'organisation de la conception des LOS découlant des apports méthodologiques de notre travail, présentées dans la section suivante, pourraient permettre de dépasser ces barrières. Les environnements socio-techniques des projets LOS pourraient ainsi progresser vers des environnements participatifs capacitants : une organisation qui fournit les ressources nécessaires aux protagonistes pour participer et se développer (Falzon, 2005), en particulier des activités réflexives. La pratique réflexive qui nécessite une prise de distance par rapport à sa propre activité et celle de ses pairs peut

s'appuyer sur des systèmes techniques soutenant la construction de la conscience sociale et de la conscience du processus de conception.

Outre cette question d'instrumentation, la progression vers un environnement participatif capacitant (Falzon, 2005) nécessite de s'interroger sur les mécanismes développementaux à l'œuvre dans les collectifs LOS : identifier plus précisément les compétences nécessaires à la participation et la façon dont elles s'élaborent en ligne. Une première piste serait de compléter le travail de Ducheneaut (2005) portant sur l'évolution vers le statut de développeurs dans le projet, mais d'une manière plus située. On pourrait par exemple s'interroger sur le développement de compétences de l'utilisateur-champion du processus de conception continu, qui déclare lui-même avoir « beaucoup appris » dans ce processus.

Cette compréhension plus fine de ce qui constitue un environnement capacitant dans le cas de la conception LOS, pourrait par ailleurs faire progresser la conceptualisation d'organisation du travail capacitante.

2.2 Vers des outils soutenant la recherche, l'organisation de la conception et les activités réflexives ?

La méthode que nous avons développée pourrait conduire à des spécifications d'outils qui permettraient à la fois :

- d'étendre notre recherche à d'autres projets de conception en ligne ;
- mais également servir de base à des outils soutenant l'organisation de la conception des LOS, ainsi qu'à des outils réflexifs pour les participants.

Des outils pour la recherche

Notre recherche a permis produire des résultats riches sur trois processus de conception spécifiques dans un projet LOS de grande ampleur que nous avons analysé « à la main ». Cependant, ce travail est limité de par le coût temporel d'extraction et d'analyses des traces en ligne. Une perspective de ce travail est, donc, d'instrumenter nos analyses par des outils d'extraction et d'analyse automatiques des corpora. Dans ce sens, nombreux sont les chercheurs (Ripoche et Sansonnet, 2006; Gasser et al., 2003; Scacchi, 2001) qui signalent le manque d'outils d'analyses de contenu permettant de soutenir des recherches de granularité fine portant sur la conception de logiciels libres mais également plus généralement sur les communautés en ligne.

De tels outils devraient permettre d'assister, voire d'automatiser en partie, l'extraction des traces d'interaction, leur organisation, les analyses structurelles (p.ex. les citations) et les traitements de contenu. Cela peut ouvrir la voie à des analyses systématiques plus étendues et plus complètes (voire exhaustives) de ces vastes quantités de traces liées à l'activité.

Une telle démarche requiert un travail de recherche interdisciplinaire à l'intersection, de la sociologie (Conein, 2004) et des travaux sur les réseaux sociaux (p.ex. Henry, 2008), de l'ergonomie, de la psychologie de l'interaction (p.ex. Baker, 2004), et de l'informatique et du traitement automatique du langage (p.ex. Marcu, 1997 ; Ripoche, 2006). Des outils tels que *Conversation Map* (Sack, 2000) ou *Zest* (Yee, 2002), qui permettent d'extraire automatiquement les citations, peuvent servir de base aux analyses structurelles.

Des outils pour l'action et la réflexion

Nos analyses pourraient permettre de spécifier des outils visant le soutien à la construction et au maintien de la conscience sociale et de la conscience du processus de conception (p.ex. Carroll et al. 2006). Ces outils permettraient à la fois d'améliorer la performance du processus de conception, mais également de servir de support aux activités réflexives des participants, en leur proposant des représentations de leurs activités et des activités des autres dans le projet.

Dans ce sens, plusieurs types d'outils peuvent être envisagés à partir de l'automatisation des analyses structurelles, ce qui semble peu complexe techniquement :

- la conscience sociale pourrait être soutenue par des visualisations du rôle interactif des participants (p.ex. Figure 12 et Figure 16) leur niveau de participation et leur position dans la discussion. Des fonctionnalités pourraient alors permettre de visualiser de manière préférentielle certains messages (ceux du chef de projet, ceux qui initient des branches de discussion…) de manière éventuellement plus utilisable que les logiciels de courriers ou les navigateurs [86] ;
- la conscience du processus de conception pourrait être soutenue par des visualisations de l'organisation des étapes du processus de conception dans les trois espaces d'activité, ainsi que des thèmes abordés dans les discussions.

A plus long terme, ces outils pourraient être utilement complétés par des fonctionnalités semi-automatiques aidant le participant à extraire les informations pertinentes des discussions, notamment à l'aide de la citation électronique. Ces fonctionnalités pourraient permettre de représenter la logique de la conception (Buckingham Shum et Hammond, 1994; Concklin et Burgess-Yakemovic, 1991; Moran and Carroll, 1996) à travers les séquences d'activités portées par l'alternance citations-commentaires, rendant par exemple explicites les arguments pro ou contra, et les évaluations relatives à une proposition (p.ex. Kirschner et al., 2003). La conscience du processus de conception « à un moment donné » (quel est l'état de la solution de conception par exemple) ne serait alors plus représentée seule, mais avec la rationalité qui la sous-tend (les critères de choix des solutions adoptées par exemple). Cependant, ces

[86] Lors de la présentation des résultats de cette recherche à la conférence EuroPython '06, une entreprise s'est déclarée intéressée pour développer ce type d'outil.

fonctionnalités requièrent des systèmes d'analyses automatiques d'extraction automatique de contenu à l'aide de marqueurs linguistiques (p.ex. Marcu, 1997), ce qui se révèle plus complexe.

Ces outils qui ont une visée opérative tournée vers l'action peuvent également soutenir la construction de la mémoire organisationnelle des projets facilitant la capitalisation, l'organisation des traces des espaces d'activité et leur réutilisation (p.ex. Sauvagnac et Falzon 2003).

Pour finir sur ces perspectives méthodologiques, mais dans un autre registre, la méthode d'analyse de contenu que nous avons développée pourrait être utilisée dans le cadre de la compréhension d'autres communautés de pratique, ou la problématique du lien entre usage et conception se pose également, comme dans ces situations de conception participative (p.ex Prost et al., 2007 ; Cahour, 2002).

Bibliographie

Akrich, M., et Méadel, C. (2003). *Mise au point d'une méthode permettant de caractériser la nature des collectifs par les cercles de discussion électronique. Le cas de la santé*. Rapport intermédaire du Programme "Société de l'information", Centre de sociologie de l'innovation, Ecole des Mines de Paris.

Auray N., (2007) TIC, Communauté et Démocratie. In Jutand, F. (éd), *La société de la connaissance à l'ère de la vie numérique*.

d'Astous, P., Détienne, F., Robillard, P. N., et Visser, W. (2001). Quantitative measurements of the influence of participants' roles during peer review meetings. *Empirical Software Engineering, 6*, 143-159.

d'Astous, P., Détienne, F., Visser, W., and Robillard, P. N. (2004). Changing our view on design evaluation meetings methodology: a study of software technical evaluation meetings. *Design Studies, 25*, 625-655.

Avram, G., Sigfridsson, A., Sheehan, A. et Sullivan, D.K. (2007) Sprint-driven development: working, learning and the process of enculturation in the PyPy community. In *Open Source Development, Adoption and Innovation. IFIP Working Group 2.13 on Open Source Software, June 11–14, 2007, Limerick, Ireland*, pp 133-146. The Netherlands: springer.

Badke-Shaub, P. et Frankenberger, E. (2002). Analysing and modelling cooperative design by the critical situation method. *Le travail humain, 65(4)*, 293-314.

Baker, M. (1996) Argumentation et co-construction de connaissances. *Interaction et cognitions, 1(2-3)*, 157-191.

Baker, F., Détienne, F., Lund, K., et Séjourné, A. (2003) Articulation entre élaboration de solutions et argumentation polyphonique. In J.C. Bastien (Ed.) *EPIQUE'03*, pages 235-240, Rocquencourt (France) : INRIA.

Baker, M. (2004). *Recherches sur l'élaboration de connaissances dans le dialogue*. Thèse d'Habilitation à Diriger des Recherches. Université de Nancy 2.

Bales, R.F. (1950). *Interaction process analysis : a method for the study of small groups*. Cambridge : Addison-Wesley.

Barcellini, F., Détienne, F., Burkhardt, J.M., and Sack, W. (2005a). A study of online discussions in an Open-Source community: reconstructing thematic coherence and argumentation from quotation practices. In P. Van Den Besselaar, G. De Michelis, J. Preece, and C. Simone (Eds.), *Communities and Technologies 2005* (pp 301-320). Dortmund, The Netherlands: Springer.

Barcellini, F., Détienne, F., Burkhardt, J.M, and Sack, W. (2005b). *Analyse des discussions en ligne entre conception de logiciels libres: le cas de Python*. 5èmes Rencontres mondiales du logiciel libre. Dijon, France, 5-9 juillet.

Barcellini, F. (2005c) *Les discussions en ligne en conception de logiciels libres : Analyse des traces d'un processus asynchrone de conception à distance* . Mémoire de Master Sciences du Travail et de la Société, mention Ergonomie, spécialité Recherche. Conservatoire national des arts et métiers, Paris, 9 septembre 2005

Barcellini, F, Détienne, F., and Burkhardt, J.M. (2005d). *Les discussions en ligne dans la conception de logiciels libres: dynamique et temporalité de l'activité*. In E. Raufaste et A. Tricot (Coord) *3èmes journées d'études en psychologie ergonomique - Epique'05*. (pp 1-12). Toulouse, France : Université de Toulouse Le Mirail

Barcellini, F, Détienne, F., Burkhardt, J.M., et Sack, W. (2005e). Thematic coherence and quotation practices in OSS design-oriented online discussions. In K. Schmidt, M. Pendergast, M. Ackerman, et G. Mark (Eds.) *Proceedings of the 2005 International ACM SIGGROUP conference on supporting group work* (pp 177-186). New York, USA: ACM Press.

Barcellini, F. , Détienne, F, et Burkhardt, J-M. (2006a). Users' participation to the design process in a Free Open Source Software Online Community : the case of Python. Communication at *EuroPython conference*, 3-6 July 2006, Geneva, Switzerland.

Barcellini, F., Détienne, F., et Burkhardt, J.M. (2006b). Users' participation to the design process in a design-oriented online community. In *P. Romero, J.Good, S. Bryant, and E. Chaparro (Eds). Proceeeding of the 18th workshop on Psychology of Programming PPIG'06 (pp 90-105)*.

Barcellini, F., Détienne, F., Burkhardt, J.M., et Sack, W. (2006c) Visualizing roles and design interaction in an Open Source Software online community . Workshop *Supporting the social-side of large software system development at CSCW'06*, 4-8 november, 2006, Banff, Canada

Barcellini, F, Détienne, F., et Burkhardt, J.M. (2007a). Annotation et éléments discursifs dans les discussions en ligne de projets Open Source: analyse des pratiques de citation électronique. In P.Salembier et M. Zacklad (Coord.) *Annotations*. Paris, France: Hermès

Barcellini, F., Détienne, F., et Burkhardt, J.M. (2007b) OSS design communities: an emergent form of distributed participatory design .*Workshop on Converging on a Science of Design through the Synthesis of Design Methodologies, CHI'07*, San José, USA, 29 April 2007

Barcellini, F., Détienne, F., et Burkhardt, J.M. (2007c) Cross-Participants : fostering design-use mediation in an Open Source Software community. In W.P. Brinkman, D. H. Ham, W. Wong (Eds) proceedings of the *European Conference on Cognitive Ergonomics ECCE'07* (pp 57-64).

Barcellini, F., Détienne, F., et Burkhardt, J.M. (2007d) Conception de logiciels libres : enjeux pour l'ergonomie et rôle des utilisateurs dans le processus de conception. In M. Zouinar, G. Valléry, M.P. Leport (Coord.) *Actes du XXXXIIème congrès de la SELF*, (pp 43-52). Toulouse, France : Octarès, collection le travail en débat.

Barcellini, F. (2007e) *Vers la construction d'un collectif de travail et de la mémoire organisationnelle d'une société de service de logiciels libres*. Master Sciences de Travail et de la Société, mention Ergonomie, spécialité Professionnelle, Conservatoire national des arts et métiers, Paris, 28 septembre 2007.

Barcellini, F., Détienne, F., Burkhardt, J.M., et Sack W. (2008a). A socio-cognitive analysis of online design discussions in an Open Source Software community. *Interacting with computers, 20*, 141-165.

Barcellini, F., Détienne, F. et Burkhardt, J.M. (2008b) Requirements for design participation in Open Source Software communities. Workshop on *Distributed Participatory Design, CHI'08*, Florence, Italie, 5-10 Avril

Barcellini, F., Détienne, F., et Burkhardt, J.M. (2008c). Users and developers mediation in an Open Source Software Community: boundary spanning through cross participation in online discussions. *International Journal of Human Computer Studies*, *66 (7),* 558-570

Barcellini, F., (2008d). Intervenir dans une situation dynamique de travail à distance: Méthodes et positionnement lors d'une intervention dans une société de services de logiciels libres. In P. Negroni et Y Haradji (Coord.) *Actes du XXXXIIIème congrès de la SELF*, (pp 597-604). France : ANACT, collection réseau.

Barcellini, F., Détienne, F., et Burkhardt, J.M. (à paraître). Participation in online interaction spaces: design-use mediation in an Open Source Software community. *International Journal of Industrial Ergonomics*.

Barthe, B. et Queinnec, Y. (1999). Terminologie et perspectives d'analyse du travail collectif en ergonomie. *L'année psychologique, 99,* 663-686.

Benghozi, P.J., Bitouzet, C., Soulier, E. et Zacklad, M. (2001). Le mode communautaire : vers une nouvelle forme d'organisation. Communication au 3ème colloque ICUST, usages et utilisateurs d'internet. 12-14 juin, Paris.

Benne, K. et Sheats, P. (1948). Functional roles of group members. *Journal of social issues, 55,* 41-49.

Bergquist, M., et Ljungberd, J. (2001). The power of gifts : organizing social relationships in open source software communities. *Information systems journals, 11*, 305-320.

Bernard, J.-M. (2003). Analysis of local or asymmetric dependencies in contingency tables using the imprecise Dirichlet model. Paper presented at the *3d International symposium on imprecise probabilities and their applications ISIPTA'03*, Lugano, Switzerland July 14-17.

Blanchet, A. et Trognon, A. (1994). *La psychologie des groupes*. France : Nathan.

Bonnardel, N. (2006). *Créativité et conception*. Marseille, France : Solal.

Bonaccorsi, A., et Rossi, C. (2003). Why Open Source Software can succeed? *Research Policy, 32*, 1243-1258.

Bourdon, F. et Weill-Fassina, A. (1994). Réseau et processus de coopération dans la gestion du trafic ferroviaire. *Le travail humain , 57(3),* 271-287.

Brown, J.S. et Duguid, P. (1991). Organizational learning and communities of practice: toward a unified view of working, learning and innovation. *Organization science, 2 (1),* 40-57.

Bryant, S.A., Romero, P., et du Boulay, B. (2007). The Collaborative Nature of Pair Programming. In *Extreme Programming and Agile Processes in Software Engineering, proceedings of the 7th International Conference, XP 2006, Oulu, Finland, June 17-22*, pp 53-64. Germany: Springer.

Buckingham Shum, S., et Hammond, N. (1994). Argumentation-based design rationale: what use at what cost? *International Journal of Human-Computer Studies, 40*, 603-652.

Cadiz, J.J., Gupta, A., Grudin, J. (2000). Using web annotations for asynchronous collaboration around documents. In *CSCW'00*, December 2–6, Philadelphia, PA. pp. 309–318.

Cahour, B. (2002). Décalages socio-cognitifs en réunions de conception participative. *Le Travail Humain, 65 (4)*, 315-337.

Capilutti, A., Lago, P. et Morisio, M. (2003) Characteristics of Open Source Projects. In proceedings of *the Seventh European Conference on Software Maintenance and Reengineering (CSMR'03)*. USA : IEEE Computer Society.

Carroll, J.M. (2000). *Making in use : scenario-based design of human-computer interactions*. Cambridge, USA : MIT Press.

Carroll, J.M. (2002) Dimension of participation : elaborating Herbert Simon's « science of design ». Proceedings of the *Science of Design : the scientific challenge for the 21st century*. In honour of Herbert Simon, 15-16 March, Lyon, France.

Carroll, J., M., Neale, D., C., Isenhour, Philip; L., Rosson, M.B., et McCrickard, D.S. (2003). Notification and awareness: synchronizing task-oriented collaborative activity. *IJHCS, 58*, 605-632.

Carroll, J.M., Rosson, M.B., Convertino, G., et Ganoe, C.H. (2006). Awareness and teamwork in computer-supported collaborations. *Interacting with Computers 18*, 21–46.

Cassell, J., Huffaker, D., Tversky, D., et Ferriman, K. (2005). How to win a world election : Emergent leadership in an International Online Community. In P. Van den Besselaar, G. de Michelis, J.Preece and C. Simone (Eds), *Communities and technologies 2005*. Dortmund, The Netherlands: Springer.

Centre National des Ressources Textuelles et Lexicales (2008) Définition du terme communauté. http://www.cnrtl.fr/lexicographie/communaut%C3%A9 (14 avril 2008).

Chanal, V. (2000). Communauté de pratique et management par projet : à propos de l'ouvrage de Wenger (1998) *Communities of practive : learning, Meaning and Identity*. *M@n@gement, 3(1)*, 1-30.

Clark, H. H., et Brennan, S. E. (1991). Grounding in communication. In L. Resnick, J. M. Levine, & S. D. Teasley (Eds.), *Perspectives on socially shared cognition* (pp.127–149). Washington, DC: APA.

Clot, Y. (2005). Le développement du collectif: entre l'individu et l'organisation du travail. In R. Teulier et P. Lorino (Coord.) Entre connaissance et organisation: l'activité collective, pp 187-199. Paris, France: La découverte.

Cohendet, P., Créplet, F., et Dupouët, O. (2003). Innovation organisationnelle, communautés de pratique et communautés épistémiques : le cas de *Linux*. *Revue Française de Gestion, 29(146)*, 99-121..

Concklin, E. J., et Burgess Yakemovic, K. C. (1991). A Process-Oriented Approach to Design Rationale. *Human-computer Interaction, 6*, 357-391.

Conein, B (2004a). *Communautés épistémiques et réseaux cognitifs : coopération et cognition distribuée* [page web] **http://www.freescape.eu.org/biblio/rubrique.php3?id_rubrique=13**, [référence du 20 juin 2005].

Conein, B. (2004b) Relations de conseil et expertise collective : comment les experts choisissent leurs destinataires dans les listes de discussion ?. In B. Conein, A. Ferrand, E. Lazega, (dir.), *Connnaissances et relations sociales.* Recherches Sociologiques, Université Louvain La Neuve.

Coris, M. (2007) La culture du don dans la modernité. Les communautés du logiciel libre. *Réseaux, 140 (1)*, 161-191.

Crowston, K., et Howison, J. (2005). The social structure of free and open source software developement. – First Monday [revue en ligne], 10(2), http://www.firstmonday.org/issues/issue10_2/crowston [référence du 06 juillet 2005].

Crowston, K. et Howison, J. (2006). Hierarchy and centralisation in free and open source software team communications. *Knowledge, Technology and Policy, 18(4)*, 65-85.

Crowston, K., Howinson, J., et Masango, C. (2007a) The Role of Face-to-Face Meetings in Technology-Supported Self-Organizing Distributed Teams. *IEEE transaction on professional communications, 50(3),*185-203.

Crowston, K., Qing, L., Kangning, W., Eseryel, U.Y., et Howison, J. (2007b). Self-organization of team for free/libre open source software development. *Information and Sofwtare Technology, 49*, 564-575.

Cru, D. (1995). *Règles de métier. Langue de métier*, Diplôme en ergonomie, Paris, École Pratique des Hautes Études.

Curtis, B., Krasner, H. et Iscoe, N. (1988). A field study of the software design process for large systems. *Communications of the ACM, 31*, 1268—1287.

Dameron, S. (2002). La dynamique relationnelle au sein d'équipes de conception. *Le Travail Humain, 65(4)*, 339-361.

Darses, F., et Falzon, P. (1996). La conception collective : une approche de l'ergonomie cognitive. In G. de Terssac et E. Friedberg (Eds). *Coopération et Conception* (pp. 123-135). Toulouse : Octarès.

Darses, F., Détienne, F., Falzon, P., et Visser, W. (2001a*). A method for analysing collective design processes*. Reseach Report n° 4258, INRIA, September 2001.

Darses, F., Détienne, F., et Visser, W. (2004). Les activités de conception et leur assistance. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomie* (pp. 545-563). Paris, France : Presse Universitaire de France.

Darses, F. (2004). *Processus psychologiques de résolution collective des problèmes de conception : contribution de la psychologie ergonomique*. Habilitation à Diriger des Recherches, Université Paris 5, France, décembre 2004.

Darses, F. (2006). Analyse du processus d'argumentation dans une situation de reconception collective d'outillage. *Le Travail Humain, 69 (4)*, 317-348.

Demazière, D., Horn, F., et Zune, M. (2007). Des relations de travail sans règles ? L'enigme de la production des logiciels libres. *Sociétés contemporaines, 66 (2)*, 101-125.

Détienne, F., Boujut, J-F., et Hohmann, B. (2004) Characterization of Collaborative Design and Interaction Management Activities in a Distant Engineering Design Situation. In F. Darses, R.. Dieng, C. Simone, M. Zaklad (Eds) *Cooperative Systems design.* IOS Press, 83-98.

Détienne, F., Martin, G., et Lavigne, E. (2005). Viewpoints in co-design: A field study in concurrent engineering. *Design Studies*, *26 (3),* 215–241.

Détienne, F. (2006). Collaborative design: Managing task interdependencies and multiple perspectives. *Interacting with Computers, 18*,1-20.

Détienne, F., Burkhardt, J-M., et Barcellini, F. (2006a) Open Source Software communities : current issues . *CSI communications, 30(5),* 12-16.

Détienne, F., Burkhardt, J.M., et Barcellini, F. (2006b) Methodological principles to analyse distant and asynchronous collaborative design . *Symposium on Methodological principles for analysing and assessing collaborative design. International Ergonomics Association Conference IEA'06*, Maastricht, The Netherlands..

Détienne, F., Barcellini, F., et Burkhardt, J.M. (2007). Une approche multidimensionnelle de la participation dans les communautés de développement de logiciels libres. In C. Bourjot, N. Grégori, H. Schroeder et A. Berardi (Coords.) *Acta cognitica, ARCO'07*, colloque de l'association pour la recherche cognitive, pp 279-290

Détienne, F., Barcellini, F., et Burkhardt, J.M. (à paraître). La conception dans les communautés en ligne : questionnements thématiques et méthodologiques sur ces nouvelles pratiques. In G. Vallery et M. Zouinar (Coord.) *Ergonomie des produits et des services médiatisés : nouveaux territoires, nouveaux enjeux.*

DiBona, C., Ockman, S., and Stone, M. (Eds). (1999). *Open Sources: Voices from the Open Source Revolution*. Sebastol, CA, USA: O'Reilly and Associates Inc.

Ducheneaut, N. (2003). *The reproduction of open source software community*. Ph.D. thesis, University of California, Berkeley, USA.

Ducheneaut, N. et Moore, R.J. (2004). The Social Side of Gaming: A Study of Interaction Patterns in a Massively Multiplayer Online Game. In *proceedings of CSCW'04*, 6(3), 360-369.

Ducheneaut, N. (2005). Socialization in an Open Source Software Community: A Socio-Technical Analysis. *Journal of Computer Supported Collaborative Work, 14*, 323-368.

Dusire, S. (2000). *Naviguer dans un espace verbal : la construction de la conscience de la situation*. Thèse de doctorat, Cnam, Paris, 18 janvier 2000

Eklundh, K. S., et Rodriguez, H. (2004). Coherence and interactivity in text-based group discussions around web documents. *In Proceedings of the 37th Hawaii international conference on Systems Sciences* (p. 10). Big Island, Hawaïi January 5-8 2004.

Eklundh, K.S, et Macdonald, C. (1994). The use of quoting to preserve context in electronic mail dialogues. *IEEE Transactions on Professional communication, 37(4)*, 197-202.

Elliott, M. (2003). The Virtual Organizational Culture of a Free Software Development Community. Paper presented at the *3rd Workshop on Open Source Software*, Portland, Oregon. Disponible à http://opensource.ucc.ie/icse2003/

Endsley, M.R. (1995). Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 37 (1)*, 32-64

Engeström, Y., Engeström, R., Kärkkäinen, M. (1995). Polycontextuality and boundary crossing in expert cognition: learning and problem solving in complex work activities. *Learning and Instruction, 5*, 319-336.

Falzon, P., Navarro, C. (1993). Travail collectif et dialogues coopératifs. Communications présentée au colloque "*Recherche pour l'Ergonomie*". Toulouse, 17-18 novembre 1993.

Falzon, P. (1994). Dialogues fonctionnels et activités collectives. *Le Travail Humain, 57(4)*, 299-312.

Falzon, P. (1997). Langage au travail. In M. de Montmollin (Coord.) Vocabulaire de l'ergonomie, pp 180-184. Toulouse, France : Octarès.

Falzon, P. (2004). Natures, objectifs et connaissances de l'ergonomie. In P. Falzon (Coord.) *L'ergonomie* (pp17-36). Paris, France: PUF

Falzon, P. (2005). Ergonomics, knowledge developpement and the design of enabling environments. In *Conference on Humanizing Work and Work Environment*, Guwahati, Inde.

Faucheux, C. et Moscovici, S. (1960). Etude sur la créativité des groupes. II, Tâche, structure des communications et réussite. *Bulletin du CERP, 9*, 11-22.

Fitzgerald, B. (2006). The transformation of Open Source Software. *MIS Quarterly, 30 (3),* 587-598.

Franke, N., et Von Hippel, E (2003) Satisfying heterogeneous user needs via innovation toolkits: the case of *Apache* security software. *Research Policy, 32 (7)*, pp. 1199-1215.

French, J.R.P. et Raven, B.H. (1959). The bases of social power. In D. Cartwright (Ed.) *Studies of social power*. Ann Arbor, Institute of social research, p. 150-168.

Gacek, C., et Arief, B. (2004). The Many Meanings of Open Source. *IEEE Software, 21*, 34-40.

Garriguou, A., Daniellou, F., Carballeda, G. et Ruaud, S. (1995). Activity analysis in participatory design and analysis of participatory design activity. *International Journal of Industrial Ergonomics, 15,* 311-327.

Gasser, L., Scacchi, W., Ripoche, G., et Penne, B. (2003). *Understanding Continuous Design in F/OSS project*. Communication at 16th International Conference on Software Engineering & its Applications (ICSSEA-03), Paris, France, December 2003.

German, D. (2003). The GNOME project: a case study of Open Source, Global Software Development. *Software process improvement and practice, 8*, 201-215.

Ghosh, R.A, Glott, R., Krieger, B., Robles, G. (2002). *Free/Libre and Open Source Software: Survey and Study*. *FLOSS Deliverable D18: FINAL REPORT. Part 4: Survey of Developers*. International Institute of Infonomics, University of Maastricht, The Netherlands, June 2002.

Giboin, A. (2004). La construction de référentiels communs dans le travail coopératif. In J.M. Hoc et F.Darses (Coord.) *Psychologie ergonomique: tendances actuelles,* pp 119-139. Paris: Presse Universitaire de France.

Glass, R. (2005). Standing in front of the Open Source Steamroller. In J.Feller, B. Fitzgerald, S.A. Hissam et K.R. Lakhani (Eds) *Perspectives on Free and Open Source Software*. pp 81-92. Cambridge, USA : MIT Press.

Goffman, E.(1987) *Façon de parler.* Paris, France : Minuit

Grand dictionnaire terminologique de la langue française (1976). Définition du terme de pratique en psychologie.
http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index1024_1.asp (29 avril 2008).

Grand dictionnaire terminologique de la langue française (2000). Définition du terme de communauté en psychologie et

sociologie.http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index1024_1.asp (14 avril 2008).

Grosjean M., et Traverso V. (1998). Les cadres participatifs dans les polylogues : problèmes méthodologiques. In F. Cabasino (éd.), *Du dialogue au polylogue*, Rome : CISU, 51-67.

Grojean, M. (2005). L'awareness à l'épreuve des activités dans les centres de coordination. *Activités, 2(1).*

Guittard, C. (2006). *Forums virtuels : source de création et de diffusion de connaissances et nouvelles organisations productives ?* Thèse de doctorat en sciences de gestion, Université Louis Pasteur Strasboug I, 22 novembre 2006.

Gutwin, C., Penner, R., et Schneider, K. (2004) Group Awareness in Distributed Software Development. In *Proceedings of CSCW 2004* (pp72-81). New York, USA : ACM press.

Hayes-Roth, B. et Hayes-Roth, F. (1979). A cognitive model of planning. *Cognitive Science 3,* 275–310.

Heath, C., Svensson, M.S., Hindmarsh, J., Luff P. et Von lehn, D. (2002). Configuring Awareness. In *JCSCW, 11(1-2)*, 317-347.

Henkel, J. (2004) Open Source Software from Commercial Firms - Tools, Complements, and Collective Invention. *Strategische Anreizsetzung im Unternehmen, 4*, 28 pp.

Henry, N. (2008). *Exploring social network with matrix-based representations*. Thèse de doctorat. Université Paris-Sud et Université de Sydney. 3 juillet 2008.

Herbsleb, J. D., Klein, H., Olson, G. M., Brunner, H., Olson, J. S., et Harding, J. (1995). Object-oriented analysis and design in software project teams. *Human-Computer Interaction, 10*, 249-292.

Herbsleb, J.D., Mockus, A., Finholt, T.A., Ginter, R.E., (2000). Distance, dependencies, and delay in a global collaboration. In *proceedings of CSCW '2000*, Philadelphia, PA, December 2–7.

Herring, S. (1999). Interactional Coherence in CMC. In Proceedings of the *32nd Hawaii Conference on system sciences* (13 p.). Maui Island, Hawaï, USA, 5-8 January 1999.

Herring, S. (2002). Computer-mediated communication on the Internet *Annual review of information science and technology, 36*, 109-168

Hertel, G., Niedner, S., et Herrmann, S. (2003). Motivation of software developers in Open Source projects : an Internet-based survey of contributors to the *Linux* kernel. *Research policy, 32*, 1159-1177.

Hoc, J.M. (1996). *Supervision et contrôle de processus. La cognition en situation dynamique*. Grenoble: Presse Universitaire de Grenoble.

Hossain, L., Wu. A. et Chung, K. (2006). Actor centrality correlates to project based coordination. In P. Hinds, D. Martin (Eds) *proceedings of the CSCW'06 conference*, pp 363-372. Banff, Canada, Nivember 4-8.

Jensen, C., et Scacchi, W. (2005). Modeling and role migration processes in OSSD projects. In *Proceedings of the 5th workshop on Software Process Simulation and Modeling (9 p.).* St. Louis, MO, USA, May 14-15 2005

Kensing, F., et Blomberg, J. (1998). Participatory design: issues and concerns. *Journal of Computer Supported Cooperative Work, 7*, 167-185.

Kirschner, P.A, Buckingham Shum, S.J., et Carr C. S. (2003) *Visualizing Argumentation: Software Tools for Collaborative and Educational Sense-Making*. Springer-Verlag: London.

Kollock, P., et Smith, M. (1996). Managing the Virtual Commons. In S.Herring (Ed.) *Computer-Mediated Communication: Linguistic, Social, and Cross-Cultural Perspectives* (Pp. 109-128), Amsterdam, The Netherlands: John Benjamins.

Kraft, P. (1977). *Programmers and managers : the routinization of computers programmers in the United States*. New York, USA: Springer-Verlag.

Krasner, H., Curtis, B., et Iscoe, N. (1987). Communication breakdowns and boundary spanning activities on large programming projects. In G. Olson, S. Sheppard, and E. Soloway, E. (Eds.) *Empirical Studies of programmers:*Second Workshop, Ablex, pp. 47-64.

Krisnamurthy, S. (2002). Cave or Community?: An Empirical Examination of 100 Mature Open Source Projects. *First Monday, 7(6)*, disponible en ligne.

Lakhani, K. R., et Von Hippel, E. (2003). How open source software works : « free » user-to-user assistance. *Research Policy, 32*, 923-943.

Lakhani; K.R. et Wolf, R.G. (2005). Why hackers do what they do?. In J.Feller, B. Fitzgerald, S.A. Hissam et K.R. Lakhani (Eds) *Perspectives on Free and Open Source Software e*. pp 3-22. Cambridge, USA : MIT Press.

Lave, J. et Wenger, E. (1991) *Situated learning: legitimate peripherical participation*. Cambridge, USA: MIT Press.

Lebahar, J.-C. (2001). Implementation of a dialogue system through e-mails in a multi-specialist design process. *International Journal of Design Science and Technology, 8*, 53-81.

Leplat, J. (1991) Activités collectives et nouvelles technologies. *Revue internationale de psychologie sociale, 4*, 335-356.

Leplat, J. (1993). Ergonomie et activités collectives. In F. Six et X. Vaxevanoglou (Coord.), *Les aspects collectifs au travail*, pp. 7-27. Toulouse: Octarès.

Leplat, J. (2006). La notion de régulation dans l'analyse de l'activité. *Pistes, 8(6),* 21 p.

Lerner, J., et Tirole, J. (2002). Some simple economics of Open Source. *Journal of Industrial Economics, 50 (2)*, pp. 197-234.

Lopez-Fernandez, L., Robles, G., Gonzalez-Barahona, J.M. (2004). Applying social network analysis to the information in *CVS* repository. In *International Workshop on Mining Software Repositories, Edinburgh, Scotland, 25th May*

McDaniel, S.E., Olson, G.M., et Magee, J.C. (1996). Identifying and Analyzing Multiple Threads in Computer-Mediated and Face-to-Face Conversations. *In CSCW'96*, 39-47.

MacLean, A., Young, R.M., Bellotti, V., Moran, T. (1991). Questions, options, and criteria: Elements of design space analysis. *Human–Computer Interaction 6 (3–4)*, 201–250.

Madey, G., V. Freeh et R. Tynan (2002): The Open Source Sofware Development Phenomenon: An Analysis based on Social Network Theory. In Proceedings of the *Americas Conference on Information Systems* (AMCIS2002), Dallas TX, pp. 1806–1813

Mahendran, D. (2002). *Serpents and Primitives: An ethnographic excursion into an Open Source community*. Master's Thesis, School of Information Management and Systems, University of California at Berkeley.

Maggi, B. (2002). Le travail collectif dans l'industrie à risque (synthèse du séminaire). In B. Maggi et V. Lagrange (Coords.) *Le travail collectif dans l'industrie à risqué. Six points de vue de chercheurs étayés et discutés*, pp 15-66. Toulouse, France: Octarès.

Maloney-Krichnar, D., et Preece, J. (2002). The Meaning of an online health community in the lives of its members: Roles, relationship and group dynamics. In *Proceedings of the 2002 International Symposium on Technology and Society ISTAS'02, Social Implication of Information and Communication technology*, 20-27.

Marc, E. et Picard, D. (2003). *L'interaction sociale*. France : PUF, Collection le psychologue

Marcoccia, M. (2001). L'animation d'un espace numérique de discussion: l'exemple des forums usenet. *Document Numérique, 5(3-4)*, 11-26.

Marcoccia, M. (2003). La communication médiatisée par Ordinateur: problèmes de genres et de typologie. *Communication aux journées d'études: les genres à l'oral*, Lyon, 18 avril.

Marcoccia, M. (2004a). On-Line polylogues: conversation structure and participation framework in Internet Newsgroup. *Journal of pragmatics, 36(1)*, 115-145.

Marcoccia, M. (2004b). La communication écrite médiatisée par ordinateur: faire du face à face avec de l'écrit. *Journée d'étude de l'ATALA Le traitement automatique des nouvelles formes de communications écrite (e-mails, forums, chats, SMS, etc.),* 1-4.

Marcu, D. (1997) *The Rhetorical Parsing, Summarization, and Generation of Natural Language Texts*. Ph.D. Dissertation, Department of Computer Science, University of Toronto, Toronto, Canada, December 1997

Marty, I., et Darses, F. (2001). Traçabilite des décisions et gestion des contraintes dans un grand projet urbain : position du problème et enjeux pour la maitrise d'ouvrage ?. Actes de la Conférence Internationale SELF 2001, Montréal ACE, Canada, 3-5 octobre.

Micaëlli, J-P., et Visser, W. (2005). Intégrer l'utilisateur dans la conception. In J. Forest, C. Méhier, J-P. Micaëlli (Dir.) *Pour une science de la conception*, pp. 77-91. Belfort-Montbelliard, France : Université de Technologie de Belfort-Montbelliard.

Miller, M. (1987). Argumentation and cognition. In *Social and functionnal approaches to language and tought*, pp.225-249, London : Academic Press.

Mockus, A., Fielding, R. T., et Herbsleb, J. (2002). Two Case Studies of Open Source Software Development: *Apache* and Mozilla. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology, 11(3)*, 309–346.

Mondada, L. (1999) Formes de séquentialité dans les courriels et les forums de discussions, : une approche conversationnelle de l'interaction sur Internet. *Apprentissages des Langues et des Systèmes d'Informations et de Communications, 2(1)*, 3-25.

Moran, T. P., et Carroll, J. M. (1996). *Design rationale: concepts, techniques and uses*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Nakakoji, K., Yamamoto, Y., Nishinaka, Y., Kishida, K., et Ye, Y. (2002). Evolution patterns of open-source software systems and communities. In *IWPSE '02: Proceedings of the International Workshop on Principles of Software Evolution*, pages 76-85, New York, NY, USA. ACM Press. http://dx.doi.org/10.1145/512035.512055

Nielsen, J. (1993). *Usability Engeneering*. USA : Morgan Kauffman.

Oberlé, D. (1995a). L'approche interactionniste des rôles. In G. Mugny, D. Oberlé, J-L. Beauvois (Coords) *Relations humaines, groupes et influence sociale*. Grenoble, France : PUG, collection La psychologie sociale. pp101-110.

Oberlé, D. (1995b). Le leadership. In G. Mugny, D. Oberlé, J-L. Beauvois (Coords) *Relations humaines, groupes et influence sociale*. Grenoble, France : PUG, collection La psychologie sociale. pp111-130.

Oberlé, D. et Drozda-Senkowska, E. (2006), Processus orientés vers la tâche vs. Processus orientés vers le groupe : une vieille distinction toujours fructueuse ? *Les cahiers Internationaux de Psychologie Sociale, 70*, 63-72

Ochanine, D. (1978). Le rôle des images opératives dans la régulation des situations de travail. *Psychologie et Education, 3*, 63-79

Olson, G.M., Olson, J.S., Carter, M. R., et Storrosten, M. (1992). Small Group Design Meetings: An Analysis of Collaboration. *Human-Computer Interaction, 7*, 347-374.

Olson, G. M., et Olson, J. S. (2000). Distance Matters. *Human-Computer Interaction, 15*, 139-178.

Orr, J. (1990). *Talking about machines : an ethnography of a modern job*. Ph.D thesis, Cornell university, USA.

Ostrom, E. (1990). *Governing the commons : the evolution of institutions for collective action*. New York, USA : Cambridge University Press.

Paccagnella, L. (1997). Getting the seats of your pants dirty: strategies for ethnographic research on virtual communities*. Journal of Computer Mediated Communication, 3(1)*, 17p.

Plantin, C. (1990). *Essais sur l'argumentation : introduction linguistique à l'étude de la parole argumentative.* Paris, France : Kimé

Preece, J. (2000) *Online communities : designing usability and supporting sociability*. New York, USA : John Wiley and sons.

Preece (2001) Online communities : usability, sociability theory and methods. In R. Eranshaw, R. Guedj., A van Dam, et T. Vince (Eds.) *Frontiers of human-centred computing, Online communities and Virtual environments*, pp 263-277 Amsterdam, The Netherlands : Springer Verlag.

Preece, J., Nonnecke, B., Andrews, D. (2004). The top five reasons for lurking: improving community experience for everyone. *Computer in Human behavior,20*,201-223.

Pretty, J. (1995). Participatory learning for sustainable agriculture. *World development, 23(8)*, 1247-1263.

Prost, L., Lecomte, C., Meynard, J-M., Cerf, M. (2007). Conception d'un outil d'analyse du comportement de systèmes biologiques : le cas de l'évaluation des variétes de blé tendre. *Activités, 4(2),* 30-53.

Proulx, S., et Latzko-Toth, G. (2000). La virtualité comme catégorie pour penser le social : l'usage de la notion de communauté virtuelle. *Sociologie et sociétés*, 23(2), 99-122.

Raymond, E. S. (1999). *The cathedral and the bazaar* [page web] **http://www.tuxedo.org/esr/writings/cathedral-bazaar/** [20 juin 2005].

o'Reilly, T. (2008). The Open Source paradigm shift. In De J. Cornelis et M.Wynants (Eds.) *How Open Is the Future?Economic, Social & Cultural Scenarios Inspire* (pp 85-111). Brussels, Belgium : VUBPRESS.

Reis, C.R. et Fortes, R.P.M (2002) An overview of the software engineering process and tools in the Mozilla project. In *prodeedings of the Workshop on Open Source Software Development*, Newcastle, UK, February 2002.

Reuzeau, F. (2000). *Assister l'évaluation participative des systèmes complexes: rôle des savoirs et des savoir-faire des utilisateurs dans la conception d'un poste de pilotage d'avion*. Thèse de doctorat, Cnam, 26 octobre 2000.

Ripoche, G. (2006). *Sur les traces de bugzilla: vers une analyse automatisée des interactions pour l'étude des pratiques collectives distribuées*. Thèse de doctorat en informatique, Université Paris-Sud XI, 23 juin 2006.

Ripoche, G. et Sansonnet, J.-P. (2006). Experiences in Automating the Analysis of Linguistic Interactions for the Study of Distributed Collectives. *JCSCW, 15(2-3)*, 149-183.

Rocheblave-Semplé, A-M. (1969). *La notion de rôle en psychologie sociale*. Paris, France: PUF.

Sack, W. (2000). Conversation Map: A content-based Usenet newsgroup browser. *In Proceedings of IUI 2000* (pp 233-240). New York, USA : ACM Press.

Sack, W, Détienne F, Burkhardt, J.M., Barcellini F, Ducheneaut, N, et Mahendran D. (2006). A Methodological Framework for Socio-Cognitive Analyses of Collaborative Design of Open Source Software. *International Journal of Computer Supported Collaborative Work, 15(2-3)*, pp 229-250

Salembier, P.(2002). Cadres conceptuels et méthodologiques pour l'analyse, la modélisation et l'instrumentation des activités cooperatives situées. *Systèmes d'information et management, 7(2)*, 37-56.

Salembier, P. et Zouinar, M. (2004). Intelligibilité mutuelle et contexte partagé: inspirations conceptuelles et réduction technologiques. *Activités, 1(2),* 64-85.

Salmon, P.M., Stanton, N.A., Walker, G.H., Baber, C., Jenkins, D.P., McMaster, R., Young, M.S. (2008) What i really going on ? Review on situation awareness models for individuals and teams. *Theoretical Issues in Ergonomics Science, 9(4)*, 297-323.

Sarant, S.A. (2004). *The role of organizational boundary spanners in industry/university collaborative relationship*. Doctor of Philosophy in Psychology Dissertation Thesis. North Carolina State University, 2004.

Sauvagnac C. et Falzon, P. (1996) Collaboration and underlying issues or the surprises of cooperative dialogues. *Computer Supported Cooperative Work : The journal of collaborative computing, 5, 251-266*.

Sauvagnac C., et Falzon, P. (2003). Organizational memory: the product of a reflexive activity. *The International Journal of Cognitive Technology, 8(1),* 54-60.

Scacchi, W. (2001). Understanding the requirements for developing Open Source Software Systems. *IEEE Proceedings--Software*, *149(1)*, 24-39.

Scacchi, W., Feller, J., Fitzgerald, B., Hissam, S. et Lakhani, K. (2006). Guest editorial : Understanding Free/Open Source Software Development Processes. *Software Process Improvement and Practice, 11*, 95-105.

Schmidt, K. (1994). Cooperative work and its articulation: Requirements for computer support. *Le Travail Humain, 57(4),* 345-366.

Schmidt, K. (2002). The problem with 'awareness': introductory remarks on 'awareness in CSCW'. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW). The Journal of Collaborative Computing 11 (3–4),* 285–298.

Schmidt, K. et C. Simone (1996): Coordination Mechanisms: Towards a Conceptual Foundation for CSCW Systems Design. *CSCW Journal, 5 (2-3).*

Sharp, H. et Robinson, H. (2008) Collaboration and co-ordination in mature eXtreme programming teams. *International Journal of Human-Computer Studies, 66 (7),* 506-518.

Sharp, H. (2008). Customer Collaboration in Distributed Agile Teams. Workshop on *Distributed Participatory Design, CHI'08*, Florence, Italy

o'Shea, P., Exton, P. (2005). The Role of source code within program summaries describing maintenance activities. In P. Romero, J. Good, E. Acosta Chaparro and S. Bryant (Eds) *Proceedings of PPIG 17*, pp160-172.

Simon, H., (1973). The structure of ill-structured problems. *Artificial Intelligence 4*, 181–201.

Smets-Solanes, J.P., et Faucon, B.(1999). *Logiciels libres : liberté, égalité, business*. Paris, France : Edispher.

Smith, M. et Kollock, P. (1994). Managing the virtual commons : coopération and conflict in computer communities. Disponible sur http://www.sscnet.ucla.edu/soc/csoc/papers/virtcomm/Virtcomm.htm#fn1. Consulté le 4 mars 2008.

Smith, M., Cadiz, J. J., and Burkhalter, B. (2000). Conversation Trees and Threaded Chat. *In proceedings of CSCW 2000* (pp. 97–105), Philadelphia, Pennesylvania, USA, december 2-6 2000.

Sonnenwald, D.H. (1996). Communication role that support collaboration during the design process. *Design Studies, 17*, 277-301.

Sonnentag, S. (1998) Expertise in professional software design : A process study. *Journal of applied psychology, 83(5)*, 703-715.

Sonnentag, S. (2001) High Performance and Meeting Participation: An Observational Study in Software Design Teams. *Group Dynamics, 5(1),* 3-18

Sonnentag, S., Niessen, C., et Volmer, J. (2006). Expertise in software design. In K. A. Ericsson, N. Charness, P. Feltovich, & R. R. Hoffmann (Eds.), *Handbook of expertise and expert performance* (pp. 373-387). Cambridge: Cambridge University Press.

de Souza, C., Froelich, J. et Dourish,P. (2005). Seeking the source: software source code as a social and technical artifact. In K. Schmidt, M. Pendergast, M. Ackerman, G.Mark (Eds) *proceedings of the GROUP'05 conference*, pp 197-206. New York, USA: ACM Press.

Sowe, S. , Stamelos, I. , et Angelis, L. (2006). Identifying knowledge brokers that yield software engineering knowledge in OSS projects. *Information and Software Technology , 48*, 1025–1033.

Stallman, R. M. (2002). *Free Software, Free Society: Selected Essays of Richard M. Stallman*. Boston, MA, USA : *GNU* Press.

Stempfle, J., et Badke-Schaub, P. (2002). Thinking in design teams - an analysis of team communication. *Design Studies, 23*, 473–496.

Suchman, L. (1987). *Plans and situated actions : the problem of Human-Machine communication*. New york, USA : Cambridge university press.

de Terssac, G. et Chabaud, C. (1990). Référentiel opératif commun et fiabilité. In J. Leplat et G. de Terssac (Eds.) *Les facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes*. Paris : Octarès.

Tönnies, F. (1922). *Communauté et société*. Paris, 1977 : Les Presses universitaires de France.

Turner, T.C., Smith, M.A., Fisher, D. et Wesler, H.T. (2005) Picturing Usenet : Mapping Computer-Mediated Collective Action. *JCMC, 10 (4),* article 7.

Twidale, M.B., et Nichols, D.M. (2005). Exploring usability discussions in Open Source development. In Proceedings of HICSS '05, pp198c- 198c.

Tyler, J. R. et Tang, J. C. (2003). When can I expect an email response? A study of rhythms in email usage. In Proceedings of *ECSCW '03: European Conference on Computer-Supported Co-operative Work*, pages 239- 258.

Vacherand-Revel, J. (2002). Les registres d'activités du travail coopératif médiatisé et distant de coconception de documents scientifiques. In E. Engrand, S. Lambolez, A. Trognon (Eds), *Communications en situation de travail à distance* (pp.245-265). Nancy, France : Presse Universitaire de Nancy, collection langage-cognition-interaction.

Vaast E. (2002). Les communautés de pratique sont-elles pertinentes ?. *Actes de la XI Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique,* Paris, 5-7 juin.

Venolia, G., et Neustaedter, C. (2003). Understanding sequence and reply relationships within email conversations : a mixed-model visualization. *In proceedings of CHI 2003* (8 p), Florida, USA, April 5-10 2001.

de Visscher, P. (1995). Différenciation des rôles et animation de groupes. In G. Mugny, D. Oberlé, J-L. Beauvois (Coords) *Relations humaines, groupes et influence sociale*. Grenoble, France : PUG, collection La psychologie sociale. pp 131-138.

Visser, W. et Falzon, P. (1992) Catégorisation et type d'expertise. Une étude empirique dans le domaine de la conception industrielle. *Intellectica, 15(3)*, 27-53.

Visser, W. (2004). Dynamic aspects of design: Elements for a cognitive model of design. *Research report 5144*, INRIA, Rocquencourt, France.

Visser, W., Darses, F., et Détienne, F. (2004). Approches théoriques pour une ergonomie cognitive de la conception. In J-M. Hoc et F. Darses (Eds) ; *Psychologie ergonomique : tendances actuelles* (pp. 97-118). Paris, France : Presse Universitaire de France, collection Le travail humain.

Von Krogh, G., Spaeth, S. et Lakhani, K. (2003). Community, Joining and Specialization in Open Source Software Innovation : A case study. *Research Policy, 32(7),* 1217-1241.

Von Hippel, E. et Von Krogh (2003). Open Source Software and the "Private–Collective" Innovation Model: Issues for Organization Science. *Organization science, 14(2),*209-223

Weber, M. (1921). *Économie et société*. Traduction du tome 1, 1971. France : Plon.

Weill-Fassina, A. et Pastré, P. (2004) Les compétences professionnelles et leur développement. In Falzon, P. (Coord.) *L'ergonomie*, pp 213-231. Paris, France: PUF

Wellman, B. (1997) A electronic group is virtually a social network. In S. Kiesler (Dir.) *Culture of the Internet*, pp.179-205. Mahwah, New Jersey, USA :Lawrence Erlbaum.

Wenger, E. (1998). *Communities of practice : learning, meaning and identity*. New York, USA : Cambridge University Press.

Wenger E., White, N., Smith, J. and Rowe, K. (2005). *Technology for communities*. CEFRIO report disponible en ligne

Whittaker, S., Terveen, L., Hill,W., et Cherny L. (1998). The dynamics of mass interaction. In *Proceedings of the 1998 ACM conference on Computer supported cooperative work*, p257-264.

Yee, K-P. (2002). Zest: discussion mapping for mailing lists. Demonstration paper at *CSCW 2002* (4p.). New Orleans, Louisana, USA. November 16-20 2002.

Zarifian, P. (1996). *Travail et communication : essai sociologique sur le travail dans les grandes entreprises industrielles.* 213 p. Paris, France : PUF.

Résumé

Ce travail de recherche porte sur la conception de Logiciels libres et Open Source (LOS), vue comme une nouvelle forme d'organisation du travail basée sur : des collectifs communautaires ouverts à la participation volontaire d'utilisateurs ; un processus de conception continu ; une distribution de la conception dans trois espaces d'activité sur Internet (espaces de discussion, de documentation et d'implémentation).

L'apport méthodologique de ce travail consiste à analyser des traces contextuelles d'un processus de conception du projet Python, le *Python Enhancement Proposal* (PEP), et ceci dans des perspectives synchronique (centrée sur des discussions en ligne PEPs) et diachronique (centrée sur l'évolution d'une proposition PEP dans les trois espaces d'activité). Nous avons adopté une méthodologie originale combinant des analyses structurelles des listes de discussion du projet, l'une orientée usage et l'autre orientée conception (p.ex. représentation des discussions) à des analyses de contenu de ces listes (p.ex. activités collaboratives de conception), ainsi que des analyses des traces des espaces de documentation et d'implémentation et des entretiens.

Concernant l'organisation de la conception de l'artefact dans les trois espaces d'activité, nous montrons que la liste orientée usage et la liste orientée conception sont spécialisées, en termes de phases du processus de conception et d'activités qui y ont lieu. De même, nous montrons les relations qui lient les actions dans les listes (espace de discussion) avec les actions dans les deux autres espaces d'activités (implémentation, documentation). Les discussions de conception sont focalisées et marquées par des moments d'échange quasi-synchrones, traduisant la présence de règles implicites encadrant les discussions. Enfin, la répartition des activités collaboratives de conception et des séquences d'activités est similaire à celle mise en évidence dans d'autres études concernant les réunions de conception en face à face.

Concernant ce qui constitue le collectif de conception, nous montrons que la communauté des concepteurs de Python est constituée de réseaux de conception locaux associant des membres provenant de diverses communautés d'utilisateurs, autour d'un noyau dur de développeurs. Dans ce collectif de conception, la participation est basée sur les rôles effectivement tenus par les participants, plus que sur leurs statuts (utilisateurs vs. développeurs). Notre analyse montre que les rôles cognitifs (génération-évaluation de solutions de conception) et épistémiques (clarification) sont pris en charge par l'ensemble des participants, y compris les utilisateurs. Des profils de participants spécifiques apparaissent néanmoins. Le chef de projet et les personnes proposant les nouvelles fonctionnalités (les champions) ont un profil d'animateur du processus de conception, caractérisé par un rôle de coordination, par un rôle interactif (gestion de l'interaction) central dans les discussions, et parfois par un rôle socio-relationnel (relations interpersonnelles). Des profils d'acteurs d'interface, articulant usage et conception, apparaissent comme des participants clés pour la performance du processus de conception. Ils se caractérisent par un rôle interactif basé sur la participation croisée, entre les listes orientées usage et conception, et une position centrale dans les discussions. Ils ont également un rôle épistémique basé sur des apports de connaissances spécifiques quant aux domaines d'application de la conception, et enfin un rôle de soutien du champion de la proposition.

Ces résultats peuvent fonder la spécification d'outils permettant de favoriser la participation aux projets LOS, en dépassant diverses barrières (p.ex. coût temporel d'intégration dans un projet) et en soutenant la construction et le maintien de la conscience du projet (conscience du processus de conception et conscience sociale).

Mots-Clés : Conception collaborative, Logiciels libres et Open Source, participation, rôle, communauté.