

EXPLOITATION D'UNE BOURSE DE COMPETENCES POUR LA CONSTRUCTION D'UN BILAN DE COMPETENCES

Eric Boutin,

Maître de conférences en Sciences de l'information – communication
boutin@univ-tln.fr + 33 4 94 14 23 56

Denis Gasté,

Maître de conférences en Sciences de l'information – communication
gaste@univ-tln.fr +33 4 94 14 28 60

Emmanuel Birioukoff,

Doctorant en Sciences de l'information – communication
birioukoff@univ-tln.fr + 33 4 94 14 23 56

Adresse professionnelle

Université de Toulon-Var ★ BP 132 ★ F-83957 La Garde Cedex

Résumé: Le système de bourse de compétences mis en place au sein de l'IUP Ingémédia permet à différents acteurs d'échanger des compétences et des savoirs, chacun pouvant tour à tour se positionner en tant qu'offreur ou demandeur de compétences. Tous les échanges validés entre les acteurs sont tracés et référencés, autorisant ainsi leur traçabilité et exploitation future pour produire des indicateurs.

Cette communication s'intéresse précisément au traitement des données en vue de créer pour chaque apprenant un bilan personnel de compétences. Ce document de synthèse, remis à chaque apprenant en fin de parcours, permet de caractériser le niveau d'acquisition de chacune des compétences identifiées et d'apprécier les capacités de management de l'acteur dans son parcours de formation. Ce bilan de compétences est réalisé à partir d'une modélisation des interactions au sein de la bourse de compétences directement transposée de l'analyse des réseaux sociaux.

Summary :

The system of "competences market" set up within IUP Ingémédia allows various actors to exchange competences and knowledge. Each of them can be either supplier or applicant for a competence. All the validated exchanges between the actors are tracked and referenced, thus authorizing their future exploitation to produce indicators. This paper is precisely about the data processing involved in order to create for each student a personal assessment of competences. This document, given to each student at the end of the courses, allows to characterize the level of acquisition of each identified competence and to appreciate the management capacities of the student. This analysis is made by modelling the interactions within the competences market using social network analysis.

Mots clés : bourse de compétences, analyse relationnelle, bilan de compétences, distribution zipfienne

Exploitation d'une bourse de compétences pour la construction d'un bilan de compétences

L'IUP Ingémédia de l'université du Sud Toulon Var vise à former ses étudiants aux compétences de chefs de projets dans le domaine des nouvelles technologies.

Pour cela, l'équipe pédagogique de cet institut a cherché à mettre en place un outil, appelé bourse de compétences, celui-ci s'inscrivant pleinement dans ces objectifs pédagogiques s'appuyant sur une forte culture collaborative et offrant un espace d'échanges entre les différents acteurs de la formation (étudiants bien sûr, mais aussi enseignants). Comme dans une bourse des valeurs, offreurs et demandeurs de compétences se mettent d'accord sur une valeur estimée de la compétence échangée. A un niveau agrégé, la bourse de compétences se définit comme un réseau d'interactions entre acteurs.

Le système de bourse de compétences mise en place au sein de l'IUP Ingémédia permet à différents acteurs d'échanger des compétences et des savoirs, chacun pouvant tour à tour se positionner en tant qu'offreur ou demandeur de compétences. Tous les échanges validés entre les acteurs sont tracés et référencés, ce qui autorise leur exploitation future pour produire des indicateurs.

Cette communication s'intéresse précisément au traitement des données en vue de créer pour chaque apprenant un bilan personnel de compétences. Ce profil individuel de compétences, remis à chaque apprenant en fin de parcours, permet de caractériser le niveau d'acquisition de chacune des compétences identifiées et d'apprécier les capacités de management de l'acteur tout au long de son parcours, mais plus important encore, sur la base des échanges spécifiquement engagés par chaque acteur au cours de sa formation. Ce bilan de compétences est réalisé à partir d'une modélisation des interactions au sein de la bourse de compétences directement transposée de l'analyse des réseaux sociaux. [Wasserman & Faust – 1994]

Cette communication s'articulera autour de deux parties. Dans un premier temps, nous présenterons la philosophie de cette bourse de compétences, son mode de fonctionnement ainsi que les comportements stratégiques induits par les acteurs de cette bourse de compétences. Dans un second temps, nous présenterons quatre familles d'indicateurs permettant de caractériser les compétences de chaque acteur.

1. La bourse de compétences

La bourse de compétences a été introduite dès le lancement de l'Institut Ingémédia (Septembre 2002) car elle était une pièce essentielle du dispositif de formation et du projet pédagogique. Celle-ci a fait l'objet, parallèlement à la montée en puissance de l'outil, de plusieurs présentations dans des colloques [Gasté & Birioukoff, 2003], [Gasté & Al, 2003]. Aussi l'objet de ce papier n'est-il pas de présenter une nouvelle fois cette bourse de compétences mais d'en rappeler les grands principes pour mieux faire comprendre les enjeux actuels de son exploitation en vue de l'élaboration d'un bilan de compétences de chaque apprenant. Après avoir rappelé l'esprit de la bourse de compétences et les grandes lignes de son fonctionnement, nous tenterons d'identifier, avec deux ans de recul, les comportements stratégiques des offreurs et demandeurs de la bourse de compétences.

1.1. L'esprit du dispositif

Conscients de l'importance des interactions sociales dans le développement et le processus d'apprentissage (tant en termes de processus pédagogique que de savoir-faire intimement liés à leur domaine d'activités), l'équipe pédagogique a cherché à mettre en place un outil, appelé bourse de compétences, permettant de stimuler le travail collaboratif et les interactions entre les apprenants. Cette interaction est d'autant plus importante qu'une partie de la formation *Ingémédia* se déroule à distance et qu'il est parfois difficile de conserver une conscience de groupe [Dourish et Belloti- 1992], élément moteur dans les échanges entre étudiants et étudiants /enseignants.

1.2. Grandes lignes du fonctionnement de la bourse

L'unité élémentaire de la bourse de compétences est une compétence échangée entre un offreur et un demandeur. Chaque compétence est évaluée en unité temps (nombre d'heures estimées sur une échelle de 1 à 20 pour la mise en œuvre de celle-ci) et en niveau de complexité (sur une échelle de 1 à 4 selon le degré estimé de complexité, et donc compétence requise pour cet échange) par les deux co-contractants. Lorsque l'offreur et le demandeur se sont mis d'accord sur ces deux valeurs, l'échange est validé, clos à la négociation et « tracé » au niveau de la base

des échanges. Il sera alors qualifié par sa « valeur estimée » qui est égale au produit du temps estimé en heures par son niveau de complexité.

Lorsque deux acteurs décident d'échanger une compétence, ils doivent affecter cette compétence à une famille de compétences, celles-ci ayant été constituées ex ante en correspondance aux divers modules du programme pédagogique de la formation. Ces familles ne sont pas figées, certaines pouvant être supprimées ou ajoutées ; il convient à ce stade d'évoquer l'hypothèse de la mise en place d'une nouvelle typologie de ces compétences, non plus basées sur leur adéquation au programme pédagogique, mais fondées sur le référentiel des métiers du multimédia initié dans le programme européen NAME (Nomenclature Analytique du Multimédia Européen). Il est toutefois souhaitable, pour les besoins de l'analyse que nous allons faire, de conserver les mêmes familles de compétences sur l'intervalle de temps de l'analyse.

Un des principes de fonctionnement de cet outil est la transparence : il y a une traçabilité parfaite des échanges qui sont réalisées dans la bourse et une visibilité pour tous les acteurs de la bourse de l'historique des échanges qui ont été conclus.

Pour encourager les étudiants à réaliser des échanges sur la bourse de compétences et contribuer à faire vivre le système, l'équipe pédagogique a introduit un système de bonification de la moyenne générale de chaque étudiant en fonction de son niveau d'implication dans la bourse de compétences.

Le système retenu valorise l'implication d'un acteur proportionnellement à la somme des valeurs estimées des compétences échangées par cet acteur (en tant qu'offreur ou de demandeur). L'algorithme ainsi que les résultats en résultant sont diffusés en ligne pour tous les utilisateurs sur la plateforme qui souhaitent le consulter, offrant ainsi un accès à la règle de calcul de la bonification et un suivi « transparent » des résultats de l'ensemble des acteurs participants. Ceci était nécessaire puisque cette bonification étant partie intégrante de la moyenne de l'étudiant, il fallait l'intégrer au règlement intérieur. Ce système de bonification repose sur des hypothèses parfois implicites qu'il est intéressant de verbaliser.

- Cet indicateur est productiviste au sens où l'implication s'apprécie par la somme des valeurs des compétences échangées. Il incite les étudiants à échanger un grand nombre de compétences avec les autres.
- Dans ce modèle, le même poids est attribué à un acteur qui ne serait qu'offreur de compétences et à un autre acteur qui ne serait que demandeur de compétences : il y a donc une valorisation implicite indifférenciée de ces deux actes. Cela

correspond à une vision et un projet pédagogique où il nous apparaît essentiel de valoriser à part égale l'apport et la demande de compétences (entre autres, dans une vision constructiviste et collective du parcours pédagogique).

- Cet indicateur est décontextualisé : le nombre et la nature des acteurs avec lesquels l'échange a eu lieu n'intervient pas dans l'indicateur.
 - un acteur ayant réalisé des échanges pour une valeur totale λ avec un seul des autres étudiants aura le même poids qu'un acteur ayant réalisé des échanges pour une valeur λ avec un grand nombre d'autres acteurs du groupe. Cet indicateur ne s'intéresse donc pas à l'ouverture de l'acteur sur les autres qui pourrait être apprécié par la connectivité de cet acteur (nombre d'autres acteurs avec lequel il est en relation).
 - Un acteur ayant apporté des compétences à plusieurs experts sera valorisé de la même manière qu'un acteur qui aura apporté une compétence à un étudiant non expert. Cela revient à une vision du monde non élitiste dans laquelle l'émetteur et le récepteur n'entrent pas en ligne de compte dans la qualification de l'implication d'un acteur.

1.3. Comportements stratégiques des acteurs de la bourse de compétences

Il est certain que sans bonification, l'activité de la bourse de compétences n'aurait pas été ce qu'elle est. Après 6 mois d'implémentation pour l'année 2003-2004, on obtient par exemple une masse de données importante de plus de 441 échanges de compétences réalisées entre les 89 acteurs de la bourse de compétences.

Toutefois il est à noter que la bonification ainsi mise en place induit des démarches de détournement de certains acteurs qui ont « bien compris le système ». l'indicateur retenu est en effet facilement spammable (*par spam on entendra la capacité d'un acteur de la bourse de compétences à avoir une bonne note parce qu'il a bien compris les règles de l'évaluation*). Les règles étant connues et reposant sur un algorithme décortiqué, il est facile à un acteur d'augmenter

artificiellement son évaluation. Pour cela, plusieurs techniques sont possibles :

- ⇒ Réaliser des échanges en sur estimant la valeur de la compétence
- ⇒ Multiplier des échanges de compétences avec des acteurs complices.

Il existe deux facteurs de régulation principaux pour éviter que ce genre de mécanismes ne vienne fausser le jeu des échanges de compétences :

- ⇒ Une régulation naturelle du groupe. La traçabilité totale des échanges et son affichage transparent et « temps réel » des résultats permet à chaque acteur d'être visible des autres lorsqu'il intervient sur la bourse de compétences. Une compétence surestimée sera remarquée et commentée hors liste par les étudiants entre eux.
- ⇒ Une régulation par l'équipe pédagogique : l'équipe pédagogique peut intervenir dans la bourse de compétences pour commenter certains échanges réalisés. Ce type d'intervention a un effet fortement dissuasif.

2. Les indicateurs du bilan de compétences

2.1. Niveau d'expertise d'un acteur pour une compétence donnée

2.1.1. Principe

Les échanges réalisés sur la bourse de compétences peuvent être filtrés par familles de compétences. Pour une compétence donnée, on s'intéresse alors à la mesure du niveau d'expertise de chaque acteur en référence aux autres utilisateurs.

On dira qu'un acteur est expert pour une compétence donnée lorsqu'il fait l'objet d'une sollicitation proportionnellement plus forte que les autres en tant qu'offreur pour la compétence donnée. Son niveau d'expertise sera d'autant plus élevé que l'acteur sera sollicité par d'autres acteurs eux même considérés comme experts.

Pour définir l'indicateur d'expertise d'un acteur pour une compétence donnée, on a transposé au monde de la bourse de compétences des indicateurs relationnels mieux connus dans les moteurs de recherche et en particulier dans Google, dans les travaux de Kleinberg [Kleinberg et al.] et de Borodin [Borodin & al.].

L'analyse relationnelle appliquée au monde du web considère que le web est un réseau de pages web en interaction. L'existence d'un lien d'une page A vers une page B est analysée comme une façon par la page A de légitimer la page B et de lui reconnaître une certaine forme de pertinence. Ainsi plus une page a de liens hypertextes entrants, plus cette page est pertinente. Cette analyse relationnelle correspond à la notion de popularité simple. L'innovation du moteur

de recherche Google a consisté à considérer qu'une page est pertinente si elle est citée par des pages elles même pertinentes. Cette évolution est très importante dans la mesure où elle définit une pertinence en fonction du contexte relationnel dans lequel s'inscrit le lien. Un lien hypertexte confèrera une pertinence à la page qui le reçoit, celle-ci sera proportionnelle à la valeur de la page dont le lien émane. Ainsi si une page web B possède deux liens entrants, l'un émanant d'une page web célèbre et l'autre d'une page web inconnue, Google considère que le lien émanant de la page web célèbre crédibilisera davantage B que l'autre lien.

Si on transpose ce mécanisme au fonctionnement de la bourse de compétences, on considère que la bourse est un réseau dans lequel interagissent des acteurs. L'existence d'un lien d'un acteur A vers un acteur B est analysé comme une façon par l'acteur A de légitimer le rôle de l'acteur B et de lui reconnaître une certaine forme de pertinence car celui-ci va lui délivrer une compétence qu'il n'a pas. Ainsi pourrait-on considérer dans une vision simplificatrice que plus un acteur est sollicité par les autres et plus cela signifie qu'il est pertinent.

Si on transpose l'algorithme de Google à notre domaine d'application, on considère que la pertinence d'un acteur dans le réseau dépendra de la pertinence des acteurs qui recourent à ses services. Ainsi dans ce modèle, un acteur qui est sollicité pour apporter une compétence à un autre qui est lui-même extrêmement sollicité par les autres sera beaucoup plus valorisé qu'un acteur qui est sollicité par un acteur qui n'est sollicité par personne.

2.1.2. Hypothèses sous jacentes du modèle

On peut revenir sur les hypothèses de ce modèle :

- Dans le modèle relationnel de type Google que nous avons transposé pour identifier les experts, on survalorise les offreurs au détriment des demandeurs. Un acteur, pour être pertinent au sens de cet algorithme, doit avoir été sollicité par d'autres acteurs en tant qu'offreur de compétences. Il n'y a plus comme dans le schéma précédant de valorisation indifférenciée de l'offre et de la demande. Un acteur qui n'est que demandeur aura donc une valeur nulle.
- Cet indicateur est contextualisé : la pertinence n'est plus appréciée par la somme des valeurs des compétences validées puisque la nature de l'émetteur intervient. Plus le demandeur de compétences est pertinent et plus le fait qu'il requiert les compétences d'un offreur valorise cet offreur.

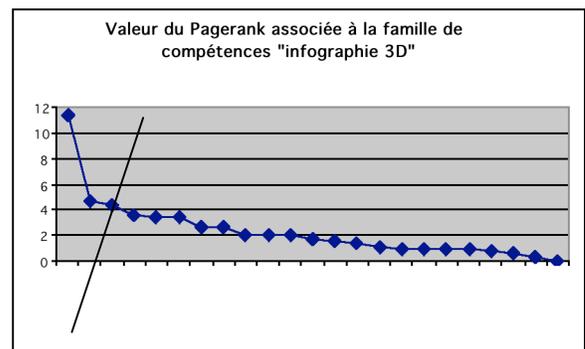
- Cet indicateur est plus difficilement spammable. En effet il ne s'agit plus de valider des compétences avec n'importe qui pour être sur d'avoir une évaluation positive. Alors que le système précédant encourageait le développement d'une vision stakhanoviste de validation de compétences, l'approche relationnelle valorise plus la qualité des échanges avec des personnes clés du réseau. Celles-ci étant très sollicitées, il est plus difficile de contourner les algorithmes. En introduisant ce type d'indicateur, on peut même observer des phénomènes particuliers ou par exemple l'évaluation d'un acteur de la bourse de compétences est améliorée sans pour autant que cet acteur soit associée à une compétences nouvelle en tant qu'offreur ou demandeur simplement parce que les acteurs qui sont dans son entourage proche ont conforté eux leur position.
- La modélisation relationnelle de la bourse de compétences en transposant l'algorithme de Google repose sur une vision du monde dans laquelle un acteur est pertinent s'il apporte ses compétences à des acteurs pertinents. Ce modèle repose donc sur une vision du monde élitiste qui revient à rechercher des interactions avec les personnes les mieux placées dans le réseau.

2.1.3. Mise en œuvre calculatoire

Dans le modèle de Google, la pertinence d'une page web fait intervenir la pertinence des autres pages web. Pour des raisons de circularité dans le raisonnement, la détermination de la pertinence des pages web est obtenue à l'issue d'un calcul itératif dans lequel toutes les pertinences vont être calculées simultanément. Cela débouche sur la détermination pour chaque page web d'un indicateur appelé Pagerank. Ce processus calculatoire peut être mis en œuvre de différentes manières en utilisant des techniques de calculs matriciels. Nous avons, pour notre part, transposé l'algorithme de Google à notre domaine. L'objectif de cette communication n'est pas de décortiquer l'algorithme de Google qui a fait l'objet de nombreux articles de vulgarisation [Page & al.], auquel le lecteur soucieux d'en savoir plus pourra se référer utilement.

L'application de l'algorithme de Google à notre domaine d'application a été réalisée pour chacune des familles de compétences. Il permet pour une famille de compétences donnée et pour un acteur donné de disposer d'un coefficient (l'équivalent du pagerank) qui permet de ranger les acteurs de la bourse de compétences par niveau d'expertise décroissant. La représentation de ces acteurs par valeur décroissante

de pagerank fait apparaître une courbe de type zipfienne [Egghe]. Ce type de courbe traduit le fait qu'il existe un petit nombre d'acteurs ayant une forte valeur (ce seront nos experts), un nombre moyen d'acteurs ayant une valeur moyenne et un grand nombre d'acteurs ayant une petite valeur. L'analyse automatique d'une courbe zipfienne permet, en se référant aux travaux de Lhen et al., un découpage automatique de la courbe en utilisant l'entropie de Renyi . L'entropie d'ordre 0,5 permet d'identifier la zone d'expertise forte. La figure 1 présente la distribution des valeurs d'expertise des acteurs de la bourse de compétences dans le domaine de l'infographie 3D. Sur l'abscisse de ce graphique sont représentés les acteurs de la bourse de compétences et en ordonnée la valeur du pagerank calculée par transposition de l'algorithme de Google. A gauche de la barre oblique figurent les acteurs qui sont considérés comme experts dans le domaine de l'infographie 3D.



Coupure introduite par l'entropie

Figure 1 : Identification des experts à partir d'une courbe zipfienne.

A partir de cette information, il est possible de produire pour chaque acteur de la bourse de compétences une présentation synthétique pour chacune des 8 familles de compétences identifiées. La figure 2 présente la synthèse pour Yohann. Chaque point bleu correspond au positionnement de Yohann pour chacune des 8 familles de compétences. Le segment séparant la zone d'expertise forte de la zone d'expertise modérée correspond pour chaque famille de compétences à la valeur de l'entropie de Renyi d'ordre 0,5. Le segment séparant la zone d'expertise moyenne de la zone de non expertise correspond à l'entropie de Renyi d'ordre 2.

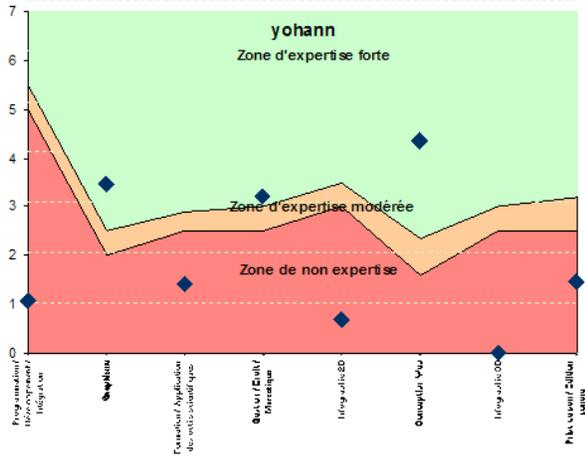


Figure 2 : Zones d'expertise de Yoann

Cet algorithme de pagerank peut également être calculé sur toute la matière de la bourse de compétences toute famille confondue. On obtiendrait ainsi un indicateur global qui permettrait de mesurer la capacité d'un acteur à apparaître au cœur des interactions. La figure 3 illustre le positionnement de notre acteur témoin, Yoann si on considère toute l'activité de la bourse de compétences toute famille confondue.

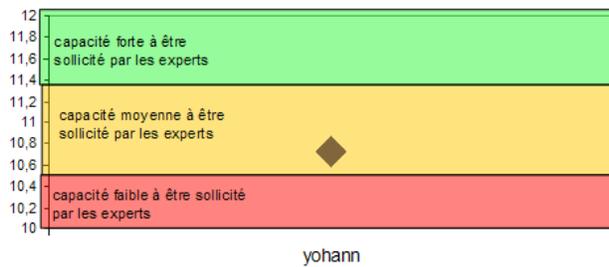


Figure 3 : niveau d'expertise de Yoann, toutes compétences confondues

2.2. Caractère spécialiste ou généraliste d'un acteur

Cet indicateur découle naturellement du précédent. Il s'agit d'observer pour un acteur donné s'il a souvent le statut d'expert, si oui pour quelle famille de compétences.

- Un acteur spécialiste est un acteur qui est considéré comme expert pour une compétence ou pour une famille de compétences connexes
- Un acteur généraliste est un acteur qui est considéré comme expert dans quelques familles de compétences ou qui est considéré comme moyennement

expert dans plusieurs familles de compétences

Dans l'exemple de Yoann, nous pouvons considérer cet acteur comme polyexpert : il est expert 3 fois sur un total de 9 maximum.

2.3. Capacité d'un acteur à mobiliser les compétences là ou elles se trouvent

On dira qu'un acteur sait mobiliser les expertises là ou elles se trouvent lorsqu'il a la capacité à recourir à des compétences qu'il ne possède pas et à utiliser pour cela les services d'acteurs compétents et reconnus pour ce faire.

2.3.1. Principe

Ceci revient à valoriser non plus comme dans le modèle de Google l'offre de compétences mais la demande de compétences. Plus un acteur demande de compétences aux autres, plus il sera valorisé. Il le sera d'autant plus que ces compétences seront fournies par des experts.

Ce modèle revient à valoriser la demande de compétences au détriment de l'offre. Il suffit pour cela d'appliquer l'algorithme de Google à un réseau de départ différent dans lequel le sens des flèches aurait été interverti. Ce modèle, qui est simplement le dual du précédent, repose sur des hypothèses sous jacentes semblables à celui du modèle de Google présenté précédemment. La figure 4 représente le modèle relationnel de Google et son dual

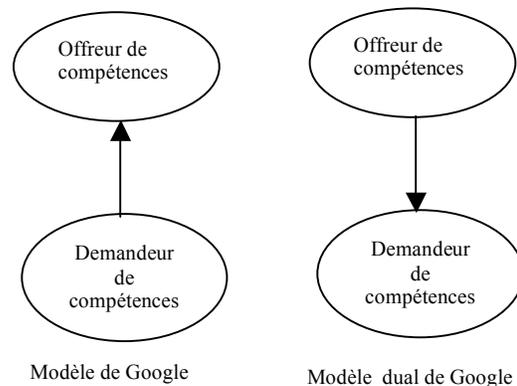


Figure 4 : modèle relationnel de Google et son dual

2.3.2. résultats :

Lorsqu'on applique cette méthode, on obtient un classement des divers acteurs de celui qui sait le mieux mobiliser les autres à celui qui y parvient le moins. Comme dans le cas précédent, la distribution des valeurs obtenues est zipfienne ce qui autorise les

mêmes découpages que précédemment en utilisant la notion d'entropie. L'analyse peut être conduite pour une compétence donnée ou en considérant l'ensemble des compétences. L'entropie de Renyi d'ordre 0,5 donne la limite haute. Si on retient cet indicateur, on peut dire que 13 acteurs savent mieux que les autres solliciter les personnes pertinentes du réseau. L'entropie d'ordre 2 donne la limite basse. La figure 5 donne la distribution des acteurs de la bourse de celui qui sait mobiliser le mieux autrui à celui qui le mobilise le moins.

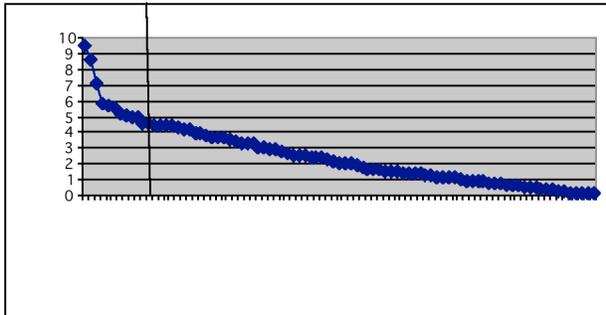


Figure 5 : classement des acteurs de la bourse de compétences selon la capacité de l'acteur à mobiliser les ressources d'autrui

On peut donc positionner un acteur en fonction de la tranche dans laquelle il se situe. La figure 6 présente le résultat qui peut être produit pour notre acteur témoin Yohann.

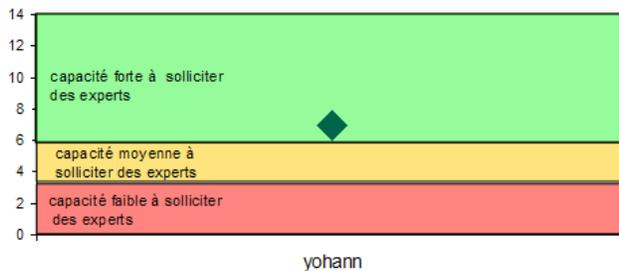


Figure 6 : Yohann est-il capable de solliciter les experts ?

Cet indicateur révèle plus une compétence managériale qu'une compétence ponctuelle. Il est assez rare de voir ce type de compétences valorisées dans le système éducatif traditionnel.

2.4. Facilité à communiquer d'un acteur

Cet indicateur est né du fait que l'on constate que les pratiques d'échanges de compétences sur la bourse de compétences sont très différentes selon les acteurs. Certains acteurs pratiquent des échanges privilégiés et limitent leurs échanges avec certains camarades de leur groupe de travail ou de leur groupe classe. Certains autres sont beaucoup plus ouverts. C'est

cette capacité d'ouverture que nous avons cherché à mesurer. Cet indicateur peut être apprécié de différentes manières.

- avec combien d'acteurs différents un acteur est-il connecté en tant qu'offreur ou demandeur ? Il s'agit alors de mesurer la connectivité de l'acteur
 - les connections d'un acteur avec les autres ont-elles lieu dans le cadre de son groupe de « réaco », au sein de sa classe, au sein de sa promotion ou avec l'ensemble des participants à la bourse de compétences.
- Nous avons cherché à mettre en œuvre le premier indicateur.

Le graphe de la figure 7, représente les acteurs en fonction du nombre d'autres acteurs avec lesquels ils sont en relation.

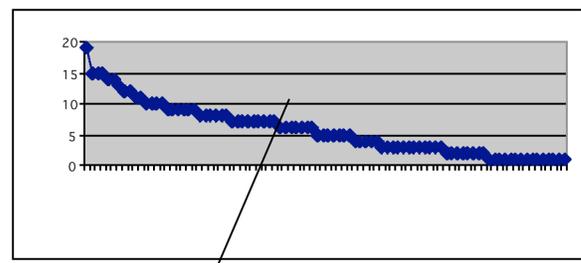


Figure 7 : mesure de la connectivité des acteurs de la bourse de compétences

En appliquant à cette distribution les mêmes notions d'entropie que précédemment, on peut identifier 11 acteurs qui ont une activité d'échange avec un nombre significativement supérieur à celui des autres.

Conclusion :

Ces indicateurs une fois identifiés font l'objet d'une représentation graphique de synthèse qui constitue le bilan de compétences de l'acteur et qui permet de révéler de façon synthétique et pertinente le profil de compétences mobilisées réellement par cet utilisateur tout au long de son parcours. Ce bilan de compétences apporte un éclairage original et complémentaire de ce que peut révéler un jury se basant simplement sur les résultats académiques des étudiants. Cette démarche possède un potentiel et devrait pouvoir être transposée à l'étude de système d'échanges dans des systèmes intranet d'entreprise.

Bibliographie :

Borodin A., O. Robers G., S. Rosenthal J., Tsaparas P. Finding authorities and hubs from link structures on the world wide web. In Proc. 10th World WideWeb Conference, pages 415–429, 2001.

Dourish B, Belloti V., « Awareness and coordination in shared workspaces », Proceedings of the ACM on computer supported cooperative work (CSCW-1992), Toronto, Otario, 1992, ACM Press Page 107-114

Egghe L.(1988) : On the classification of the classical bibliometric laws. Journal of Documentation, Vol 44(81), 1988, p. 53-62.

Gasté D, Birioukoff E, “Développement d’une bourse de compétences dans un environnement collaboratif intranet/extranet d’enseignement », Communication au colloque de Gueret, 2003

Gasté D, Riqueau C, Boutin E, Dumas P, « La bourse de compétences : un dispositif combinant médiation des savoirs et médiatisation des compétences », Communication au colloque TICES 2003

Kleinberg J., Kumar R., Raghavan P., Rajagopalan S., Tomkins A. The web as a graph: measurements, models, and methods. In International Conference on Combinatorics and Computing, 1999.

Lhen J., Lafouge T., Elskens Y., Quoniam L., Dou H. (1995) : La « statistique des lois de Zipf. Revue Française de Bibliométrie N°14, 1995, p. 135-146.

Page L., Brin S., Motwani R., Winograd T. The PageRank citation ranking: Bringing order to the web. Technical report, Stanford Digital Library Technologies Project, 1998. Paper SIDL-WP-1999-012.

Wasserman, Faust, (1994) “Social networks analysis : methods and applications”, Cambridge University Press