



Lot 5 : Tableaux de Bord

Modèles et processus de génération de tableaux de bord

Auteurs :

*Inès Dabbebi (LIUM & Lab-STICC),
Jean-Marie Gilliot (Lab-STICC), Sébastien Iksal (LIUM)*

3 octobre 2017



Table des matières

Introduction	3
I - Identification et Catégorisation	5
Démarche	5
Les critères de catégorisation des tableaux de bord	7
Cas d'étude Tactileo Map	9
II - Méta-modèles pour la génération de tableaux de bord	11
Le méta-modèle de composition du tableau de bord	12
Le méta-modèle d'indicateur	15
Le méta-modèle pour les moyens de perception	17
Le méta-modèle utilisateur	18
III - Le Processus de génération des tableaux de bord	20
Étapes du processus de génération	20
Etape 1 : Identification et sélection des éléments de contenu	22
Etape 2 : Organisation et structuration du contenu	22
Etape 3 : Génération du tableau de bord	22
Description du prototype	23
Conclusion et Perspectives	24

Introduction

Les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage humain (EIAH) engendrent une production massive de traces numériques résultant de l'activité des différents acteurs au cours d'une situation pédagogique. L'exploitation de ces informations nécessite la définition d'un processus d'analyse permettant de traiter et de visualiser des faits autour de la situation d'apprentissage.

La construction de ces processus d'analyse a pour objectif d'accompagner la prise de décision des acteurs intervenant dans le système d'enseignement et d'apprentissage (enseignants, apprenants, concepteurs, administratifs, etc.). Le chercheur en EIAH est également associé pour la production de concepts, d'indicateurs ou de modèles. Nous nous intéressons ici plus spécifiquement à l'étape de visualisation de ce processus d'analyse [4] en proposant des modèles de description des différents aspects d'un tableau de bord et un processus de génération permettant de produire un tableau de bord adaptatif, contextuel et interactif pour les acteurs opérationnels.

Pour définir ce qu'est un tableau de bord pour l'apprentissage, nous nous appuyons sur la définition suivante de Schwendimann [14] : "A *learning dashboard* is a single display that aggregates different indicators about learner(s), learning process(es), and/or learning context(s) into one or multiple visualizations". Dans cette définition, nous relevons notamment l'agrégation d'indicateurs sur les apprenants, les processus d'apprentissage et la prise en compte du contexte d'apprentissage, ce qui correspond aux aspects adaptatifs et contextuels de nos tableaux de bord.

Ce travail s'inscrit dans le contexte du projet ANR HUBBLE¹ dont l'objectif est de créer un observatoire national pour la construction et le partage de processus d'analyse de données massives, issues des traces laissées dans des environnements de type e-learning. L'une des particularités du projet réside dans l'utilisation de plusieurs plateformes d'analyse, telles que UTL (Usage Tracking Language), KTBS (Kernel for Trace Based System) et UnderTracks, séparément ou conjointement. Un tableau de bord HUBBLE doit par conséquent pouvoir intégrer la visualisation d'indicateurs provenant de ces différentes plateformes.

Nous avons cherché à identifier des structures génériques de tableaux de bord dynamiques, adaptatifs et contextuels permettant de répondre aux besoins des utilisateurs, ces structures devant être capitalisables et réutilisables pour faciliter la tâche des utilisateurs. Les questions qui en découlent sont (i) est-ce qu'il est possible de décrire un tableau de bord générique, mais dédié à un objectif d'observation? (ii) est-ce que le contexte est un élément important dans la génération du tableau de

¹ http://hubblelearn.imag.fr/?page_id=19&lang=fr

bord adaptatif? (iii) est-ce qu'il est possible de générer dynamiquement un tableau de bord adapté à un utilisateur et à son activité?

Pour répondre à ces questions, la première étape de notre travail a consisté à mieux identifier les besoins d'observation et les contextes d'observation [5]. La première partie de ce rapport précise la démarche adoptée, les critères de catégorisation qui ont été mis en évidence. À titre illustratif, nous nous attachons à un cas d'étude qui nous a permis de qualifier notre démarche. Nous avons en effet été en contact direct avec des utilisateurs intéressés par une réflexion sur leurs attentes. Il s'agit d'une équipe d'enseignants se réunissant à l'IFE² utilisant une application sur tablettes Tactileo Map³. Qu'ils soient ici remerciés pour la qualité et la chaleur de leurs échanges.

La seconde partie de ce rapport propose quatre méta-modèles pour qualifier les différents éléments contribuant à un processus de génération d'un tableau de bord pour l'apprentissage. Le premier méta-modèle précise la structure du tableau de bord, permettant ainsi d'organiser la génération proprement dite. Le second méta-modèle est celui des indicateurs, celui-ci permet de procéder à la sélection pertinente des indicateurs utiles à l'observation visée suivant son contexte d'utilisation. Le troisième méta-modèle permet d'exprimer les différentes options de visualisation disponibles pour l'affichage des indicateurs et d'éventuels éléments complémentaires nécessaires à l'observation désirée. Finalement le quatrième méta-modèle permet de décrire les dimensions retenues de l'utilisateur pour permettre une génération qui lui soit adaptée.

Le processus de génération proprement dit fait l'objet de la troisième partie du rapport. Ce processus se décompose en trois étapes, débutant avec l'identification et la sélection des éléments de contenu, suivie par une étape d'organisation et de structuration des contenus, et pour finir par une étape de génération proprement dite du tableau de bord visé. Cette partie se termine par une section présentant un premier prototype de génération de tableau de bord.

Dans ce rapport, nous définissons les éléments principaux du processus de génération et des modèles permettant d'organiser ses étapes. Nous avons choisi de ne pas détailler totalement ces modèles, certains éléments précis n'étant pas encore complètement stabilisés. Ils seront finalisés et documentés dans une étape ultérieure.

Le présent rapport se conclut avec un ensemble de perspectives guidant la suite du travail de ce lot.

² IFE : Institut Français de l'Éducation (<http://ife.ens-lyon.fr>)

³ Application disponible sur le Play Store d'Android

I - Identification et Catégorisation

Dans cette partie, nous rappelons les éléments principaux collectés lors de l'identification des besoins de visualisation au travers de tableaux de bord. Pour cela, nous présentons la démarche retenue pour cette identification de besoins et les éléments de catégorisation qui ont permis d'organiser les informations récoltées. Nous terminons par un exemple de scénario particulièrement riche sur lequel nous avons pu travailler lors de cette collecte.

Démarche

Dans le but d'identifier la nature de tableau de bord adéquate, nous avons mené une étude d'évaluation des besoins [5], comprenant des enquêtes et des entretiens semi-directifs avec des utilisateurs potentiels de tableaux de bord pour l'apprentissage. Cette étude avait comme but d'enquêter et de rassembler un ensemble d'informations décrivant le contexte de nos utilisateurs.

Notre étude a permis d'organiser le contexte en différentes dimensions selon [3] : “Qui. Pourquoi. Comment. Quoi” ainsi que “Quand. Avec Qui. et Après.”

La première dimension correspond à l'identification des caractéristiques des différents utilisateurs “Qui” : leurs rôles, leurs profils, leurs connaissances au niveau de la visualisation d'information, leurs activités et leurs préférences d'observation. Plus précisément, cela permet de comprendre qui sont les utilisateurs et comment les organiser en catégories. En intégrant leurs capacités et leurs préférences, notre générateur peut organiser et afficher ses tableaux de bord de manière pertinente.

La deuxième dimension, le “Pourquoi” concerne l'identification de l'objectif de visualisation de chaque utilisateur. Autrement dit, cela revient à identifier pourquoi il est important pour lui de disposer d'un tableau de bord, et par conséquent la décision qu'il doit prendre à travers la visualisation proposée dans le processus de création du tableau de bord. Cette dimension correspond aussi à l'objectif du tableau de bord. En couplant cet objectif avec le rôle de l'utilisateur, cela nous permet de déterminer la nature du tableau de bord à produire (par exemple une vue de synthèse, ou stratégique, dans le cas d'un responsable d'établissement).

La troisième dimension, le “Comment” porte sur la présentation du tableau de bord. Cela consiste à déterminer la représentation graphique en prenant en compte les connaissances et les préférences en terme de visualisation de chaque utilisateur.

Le “Quoi” correspond sur la spécification du contenu. Cette partie repose sur un ensemble de descripteurs qui permettent l'identification de l'ensemble des indicateurs à observer par les utilisateurs.

Le “Quand” concerne l'identification des moments logiques de consultation des tableaux de bord et par conséquent les moments de visualisation de chaque indicateur. Cette information peut être liée à un événement déclencheur comme la

fin d'une activité d'apprentissage ou à une demande explicite d'un utilisateur. Cette demande peut concerner une génération instantanée ou bien périodique du tableau de bord. Cette dimension intervient aussi dans l'identification de la nature du tableau de bord en précisant la périodicité souhaitée pour la visualisation. Par exemple, le tableau de bord opérationnel nécessite d'être généré plus fréquemment que le tableau de bord stratégique qui correspond à une prise de recul.

Notre étude a aussi mis en évidence la nécessité de prendre en compte la collaboration. En effet, des utilisateurs souhaitent collaborer sur un tableau de bord ou a minima partager des visualisations, il est donc nécessaire de préciser "Avec Qui" ils souhaitent réaliser ces opérations.

La dernière dimension correspond à la prise en compte de l'évolution du contexte de visualisation des tableaux de bord ("Après") où chaque utilisateur précise ses préférences en terme de visualisation en cas de changement du contexte.

Cette démarche initiale s'est avérée insuffisante pour qualifier des tableaux de bord en adéquation avec les besoins des utilisateurs réels. Un travail d'approfondissement, mené conjointement avec l'IFE dans le cadre du projet Tactileo sur l'application de géomatique Tactileo Map (voir section [Cas d'étude tactileo Map, p.9]). a permis d'enrichir la démarche préalable. Au delà des entretiens semi-directifs individuels tels qu'initialement prévu, deux étapes complémentaires ont été testées avec succès :

- Des entretiens semi-directifs en groupe pour faire émerger des besoins d'analyse précis en contexte opérationnel, et les variantes souhaitées par différents utilisateurs;
- des séances de création de maquettes d'interfaces de tableaux de bord (*Dashboard Mockups*) qui permettent aux utilisateurs de mieux s'immerger dans leurs tâches et de confirmer ainsi la compréhension de leurs besoins d'observation et d'établir différents exemples de structures possibles de tableaux de bord.

La démarche d'identification des besoins en termes de tableaux de bord que nous préconisons finalement comporte 3 outils (voir figure 1) :

- une grille d'analyse [5] pour permettre la catégorisation des besoins des utilisateurs ;
- une trame d'enquête semi-directive individuelle et en groupe pour l'expression des besoins précis d'utilisateurs spécifiques ;
- un atelier *Mockup*, de préférence en groupe, pour faire émerger la structure des tableaux de bords nécessaires à l'observation.

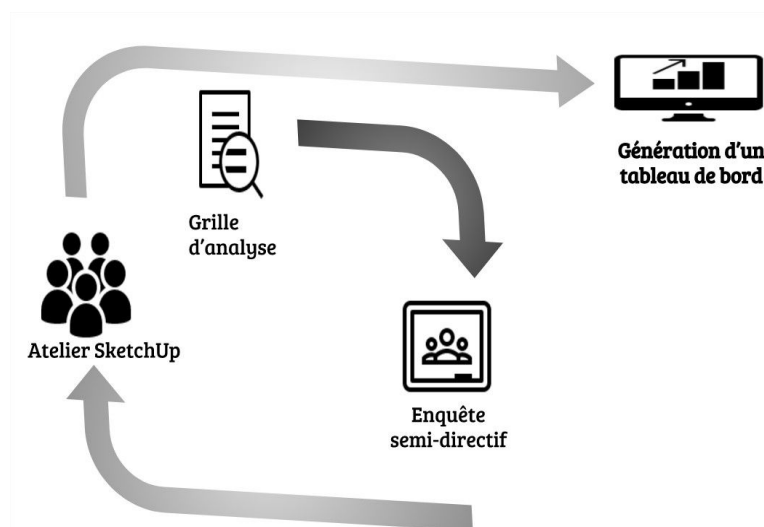


Figure 1: Les différents étapes d'identification de besoins

Les critères de catégorisation des tableaux de bord

L'utilisation d'un tableau de bord peut être adaptée à diverses situations et environnements, ce qui implique l'existence de plusieurs catégories de tableaux de bord. L'identification de ces catégories va permettre la création et l'organisation de catalogues, de modalités d'affichage, de structure d'affichage et de contenus pouvant être affichés.

Cette étape de catégorisation a comme objectif de permettre la capitalisation sur les différents éléments des tableaux de bord pour permettre leur réutilisation dans de nouveaux contextes et une sélection de contenu adaptée au moment de la génération d'un tableau de bord.

Les tableaux de bord sont également utilisés dans d'autres domaines tels que la santé, les industries de logistique et l'informatique décisionnelle. Le domaine de l'informatique décisionnelle a ainsi développé des méthodes permettant de concevoir des tableaux de bord [8]. Dans ce cadre, la définition et l'utilisation du tableau de bord diffèrent principalement en fonction de l'utilisateur final. Cette différence est due au rôle que l'utilisateur joue dans une organisation. Trois niveaux de tableaux de bord sont ainsi retenus : stratégiques, tactiques et opérationnels.

Le premier niveau est le tableau de bord stratégique, qui sert à aider les cadres supérieurs pour surveiller la mise en oeuvre des objectifs stratégiques et communiquer la stratégie et les progrès de l'organisation dans la réalisation des objectifs stratégiques communs [7].

Le deuxième niveau est le tableau de bord tactique. Ce tableau de bord est destiné aux gestionnaires qui les aident à mieux comprendre, surveiller et gérer l'exécution de processus et les actions de l'organisation [6].

Le dernier niveau est le tableau de bord opérationnel. Ce tableau de bord sert à afficher l'information actuelle utilisée pour examiner et contrôler de plus près l'analyse détaillée des processus opérationnels de l'organisation [7]. Cette classification en différents niveaux de gestion est importante afin d'éviter la surcharge d'informations pour donner à chaque utilisateur la visualisation des informations pertinentes liées à leur travail.

Cette hiérarchie trouve sa pertinence dans l'éducation pour la ressemblance avec le milieu de l'entreprise concernant la hiérarchie et les différents rôles existant dans l'établissement (administration, prof, élève). Chaque rôle est intéressé par un type de tableau de bord. Ce tableau de bord est défini selon la fréquence et la durée de visualisation de leurs objectifs soit à long, moyen ou bien à court terme.

Cette hiérarchie permet à la fois d'intégrer la notion de périmètre d'analyse de données et de préciser la temporalité (long terme pour le stratégique, moyen terme pour le tactique et court terme pour l'opérationnel). Nous retenons donc cette terminologie pour organiser et catégoriser la structure et le contenu de nos tableaux de bord.

Suite à la démarche d'identification, les facteurs suivants ont été identifiés pour catégoriser les éléments issus de tableaux de bord existants :

- Le rôle de l'utilisateur (User role): les utilisateurs ayant le même rôle partagent une vision de construction du tableau de bord en commun spécialement concernant le choix de la structure et la méthode de représentation. L'ensemble des différents choix proposés par les utilisateurs permet de contribuer au catalogue de structures d'affichage.
- La décision[1]: Le contenu et la structure d'un tableau de bord diffèrent en fonction de l'objectif de l'utilisateur final. En reprenant les trois types de tableaux de bord décisionnels, nous distinguons les tableaux de bord : stratégique, tactique ou opérationnel [10].

→ La catégorisation selon la décision participe à la création du catalogue de contenus. Cette catégorie définit à la fois la nature des indicateurs qui peuvent être visualisés ainsi que le niveau de détail à fournir en fonction des cas d'utilisation. Deux facteurs sont ainsi liés au travers de cette formalisation de la décision : la fréquence de l'utilisation et le cas d'utilisation.

- 1) La fréquence de l'utilisation varie selon les trois types de tableau de bord (stratégique, tactique et opérationnel) entre une fréquence hebdomadaire ou régulière.
- 2) Le cas d'utilisation qui peut varier entre l'utilisation institutionnelle (visualisation par les enseignants et les apprenants) dans le but d'évaluer les performances ce qui nous ramène à un tableau de bord

tactique, l'utilisation de suivi (par l'enseignant ou l'apprenant) ce qui implique la visualisation des tableaux de bord opérationnels et finalement une utilisation de mutualisation entre les enseignants ce qui nécessite un tableau de bord stratégique.

- L'objectif de visualisation (objectif de scénario d'analyse): Nous avons remarqué que les utilisateurs intégrés dans le même scénario d'analyse partagent le même objectif de visualisation ce qui implique un partage de contenu.
- La plateforme d'apprentissage : La plateforme d'apprentissage utilisée peut impliquer des choix d'affichage et de structuration liés à l'ergonomie de la plateforme.
- Le contexte d'utilisation : La formation peut être en présentiel, à distance ou mixte.

Cas d'étude Tactileo Map

Tactileo Map (figure 2) est une application de géomatique pour l'accompagnement d'élèves en sortie de terrain, qui propose 2 modes de fonctionnement :

- Le mode "Exploration libre" permet aux élèves de recueillir des données géo-référencées (notes, photos, audio, schémas ...)
- Le mode "Scénario" permet aux élèves de charger un scénario mis à leur disposition par leur enseignant. Le scénario contient des points d'intérêt et des ressources pédagogiques, que les élèves devront débloquent au cours de leur sortie terrain.

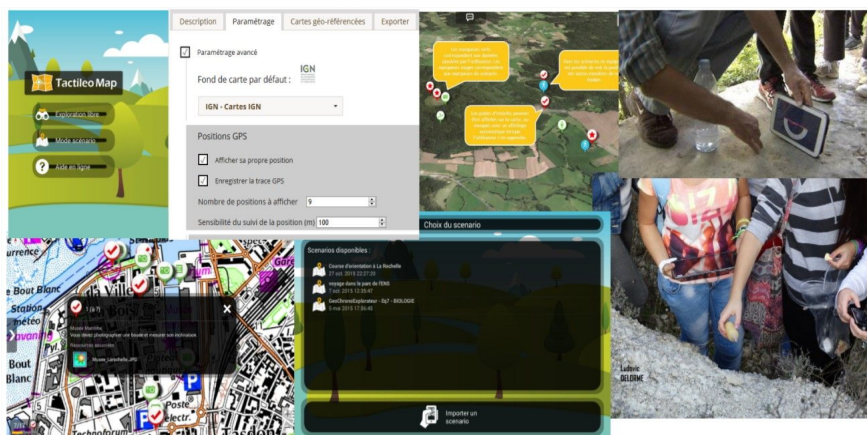


Figure 2: Exemples des interfaces et des utilisations de Tactileo Map

Cette application est développée dans le cadre du projet Tactileo⁴ dans lequel la conception des interfaces est un des objectifs de recherche identifiés.

⁴ <http://projet.tactileo.net/index.php/tactileo/presentation-projet>

Dans ce cadre, nous avons eu la possibilité, d'une part de rencontrer des utilisateurs avertis pour identifier plus précisément des besoins en termes de tableaux de bord sur des scénarios d'analyse précis correspondant à des profils d'utilisateurs clairement identifiés, et d'autre part de compléter la démarche d'identification des besoins (voir section [Démarche, p.5]), en proposant des réunions de groupe autour, dans un premier temps, d'un entretien semi-directif et dans un second temps d'atelier de maquettage d'interfaces de tableaux de bord (*Dashboard Mockup*)

Durant l'étape initiale d'identification des besoins d'utilisateurs, nous avons pu identifier un ensemble de critères de catégorisation où l'ensemble des utilisateurs ont le même rôle (enseignants) et partagent la même vision et le même objectif pour le tableau de bord. Cette étape nous a permis aussi - à travers la spécification de la décision - de définir la nature d'un tableau de bord. L'anticipation des difficultés des élèves nécessite un tableau de bord de nature opérationnelle ou tactique afin de constater régulièrement et anticiper dès que possible la progression des différents groupes d'élèves.

L'étape basée sur des entretiens semi-directifs avec un ensemble d'utilisateurs de Tactileo Map comme les enseignants a permis de faire émerger le contexte d'utilisation d'un tableau de bord de manière précise. Les objectifs de visualisation exprimés par les enseignants se sont concentrés sur des objectifs d'évaluation de la progression des élèves. La clarification de ces objectifs a permis d'établir une liste d'indicateurs sur différents aspects de l'évaluation des élèves en incluant l'analyse de leurs comportements afin de réussir à identifier les typologies de groupes d'élèves et la réflexivité/régulation des élèves. Les échanges ont par ailleurs mis en évidence d'autres besoins dérivés qui pourront faire l'objet d'autres tableaux de bord comme la reconception des ressources/des scénarios.

Une séance de réalisation de maquettes d'interfaces de tableaux de bord a permis de valider les structures des tableaux de bord basés sur ces indicateurs et les observations visées. Un exemple de tableau de bord ainsi identifié et permettant aux enseignants d'anticiper les difficultés des élèves, est présenté en figure 3.

Cet exemple sera repris dans la suite du rapport. Le prototype que nous avons réalisé a permis d'effectuer la génération d'un tableau de bord suite à la demande d'un groupe de 8 enseignants.



Figure 3 : Exemple d'un tableau de bord généré (Cas de Tactileo Map)

II - Méta-modèles pour la génération de tableaux de bord

Afin de permettre la génération dynamique et adaptative de tableaux de bord, nous présentons les modèles de description des différents éléments sur lesquels nous basons notre processus. Nous nous appuyons sur notre analyse des cas d'étude du projet Hubble ainsi que leurs différents contextes évoqués dans la section précédente.

Précisons ici à nouveau notre définition du tableau de bord, nous retenons la définition de Schwendimann [14], puisque notre objectif est de générer des tableaux de bord d'apprentissage. Ceux-ci intègrent différents indicateurs sur le ou les apprenants, le ou les processus d'apprentissage, et les contextes d'apprentissage sous forme d'une ou plusieurs visualisations. Dans le cadre de Hubble, ce tableau de bord d'apprentissage sert de soutien à un objectif, lié à une décision.

Dans notre étude, nous nous focalisons sur des visualisations sur écran. Nous retenons donc une structure classique de document avec des vues et des composants généralement rectangulaires. En retenant ce type d'organisation, nous pouvons tirer parti des technologies liées à la présentation de documents web (*Mashups, Responsive design, ...*) Ce type de visualisation intègre l'ensemble des cas d'études étudiés dans le cadre de Hubble. Nous proposons donc un méta-modèle de composition de tableau de bord qui intègre ces hypothèses.

Les éléments clés à visualiser dans ces tableaux de bord sont les indicateurs [2] issus de plate-formes d'analyse. Les modèles issus de l'étude des cas d'études et des scénarios d'analyse de hubble permettent de définir un contexte d'utilisation de ces indicateurs que nous reprenons pour définir notre méta-modèle d'indicateurs en vue de la visualisation.

Ces indicateurs sont mis en forme et manipulés au travers de solutions de visualisation, ou moyens de perception, existants dans de nombreux outils disponibles sur étagère. Nous organisons ces différents moyens au travers d'un méta-modèle des moyens de perception.

Finalement le choix des différents indicateurs, des moyens de perception et de l'organisation du tableau de bord se fait au travers de l'identification des besoins et préférences de l'utilisateur dans son activité courante. Ces différents éléments sont donc organisés dans le méta-modèle utilisateur.

1. Le méta-modèle de composition du tableau de bord

Ce méta-modèle est fondé sur trois éléments : le composant graphique (widget), la section et la vue comme cela est présenté dans la figure 4. Nous avons choisi une structure hiérarchique pour mieux organiser les affichages et pour faciliter la génération.

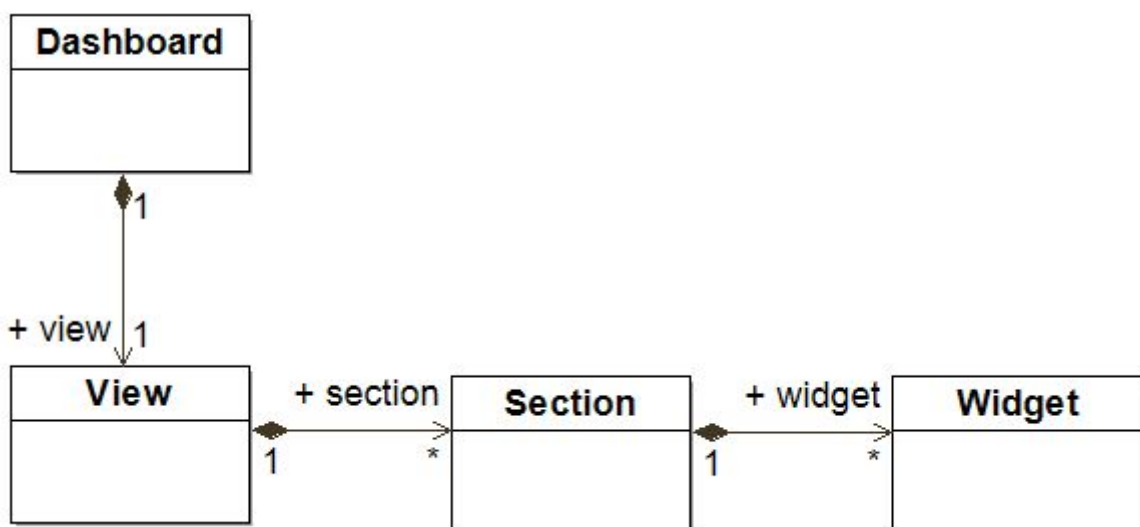


Figure 4 : les 3 éléments d'un tableau de bord

Un composant graphique (Widget) est un élément visuel comme un graphique, une grille, un tableau de données ou une image. Il est généralement issu d'un indicateur mais peut éventuellement être une ressource externe additionnelle. Plus généralement, il peut intégrer du son, des notifications, des éléments d'interaction ...

Il est caractérisé par un ensemble d'informations techniques permettant de déterminer la manière de visualiser ce composant graphique comme :

- la position relative et la taille relative du composant graphique dans la section. Ces informations sont dérivées du poids de ce composant et de son importance parmi les différents composants à présenter dans le tableau de bord (voir la section [Organisation et structuration du contenu p.22] du processus de génération) ;
- un triplet qui regroupe la description de l’affichage (moyen de perception) et les informations contextuelles de ce composant graphique, caractérisées par l’identification de l'utilisateur du tableau de bord final ainsi que l'indicateur concerné;

Une section (Section) représente le second niveau d’organisation [9] d’un tableau de bord et se définit par le regroupement de composants graphiques reliés.

Par exemple, la section dans un tableau de bord peut regrouper les composants graphiques représentant des indicateurs issus de traces liées à un groupe d’utilisateurs ayant participé à une session d’apprentissage commune au cours d’une activité donnée ainsi que leurs productions (c’est le cas notamment pour les tableaux de bord conçus pour l’outil Tactileo Map). (voir figure 5)

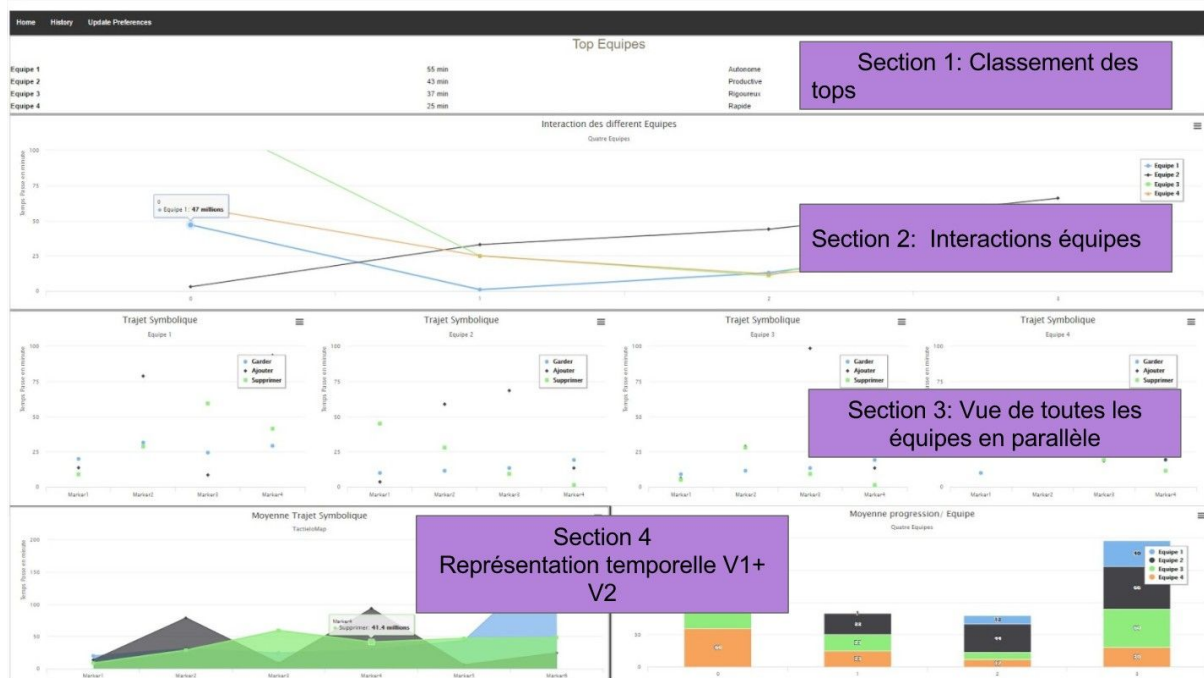


Figure 5 : Cas d’étude Tactileo Map: Exemple de tableau de bord généré

Nous allons aborder maintenant le dernier niveau d’organisation qui spécifie chacune des vues d’un tableau de bord.

Une vue (View) : L’objectif principal de ce niveau est de mettre en relation différentes visualisations d’activités et leurs contextes pour concourir à une prise de décision. Cela revient à regrouper et organiser [12] un ensemble de sections afin de

répondre à un objectif précis de visualisation.

La construction de celle-ci est principalement liée, à l'identification du scénario d'analyse et au cas d'étude attaché, car ils permettent d'identifier l'ensemble des sections nécessaires au travail d'analyse.

La figure 6 représente une vue alternative des hiérarchies et des relations de notre modèle. En effet, cette figure formalise la composition et l'organisation du contenu d'un tableau de bord. L'organisation au sein du tableau de bord est obtenue grâce à la spécification des différentes relations (related-to). Ces relations permettent de spécifier un processus de sélection autorisant le regroupement de différents composants graphiques pour créer des sections et le regroupement des sections elles-mêmes pour former une vue dans un tableau de bord.

Pour guider la structuration de ces éléments nous proposons d'associer à la vue un **patron (Pattern)** qui permet de préciser comment organiser l'affichage des différentes sections et de leurs composants.

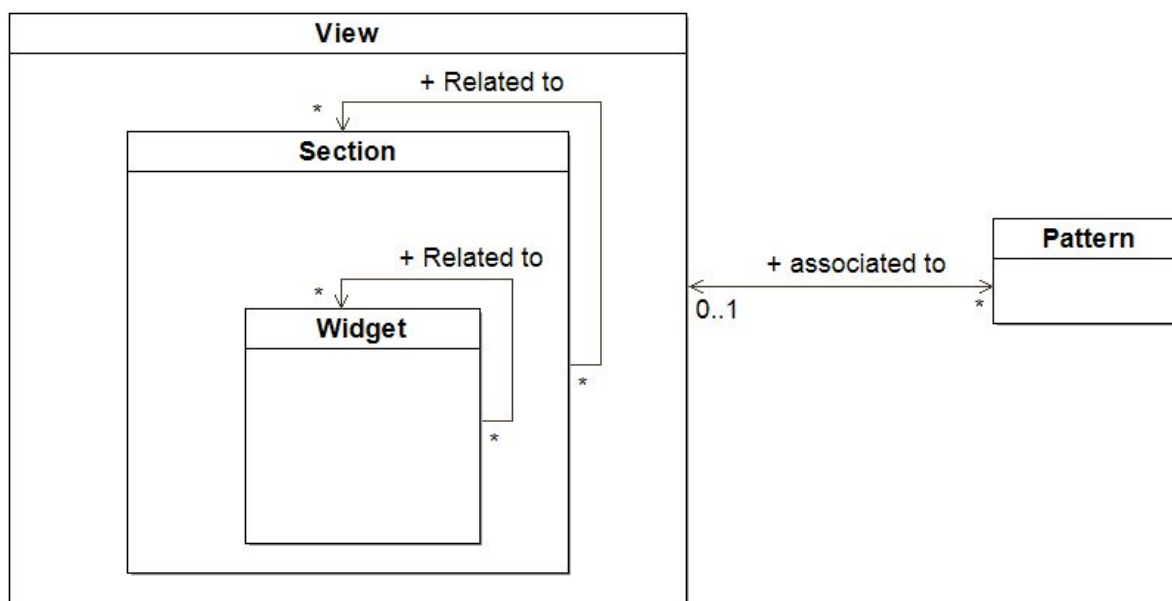


Figure 6: vue hiérarchique des éléments d'un tableau de bord

Dans le cas de Tactileo Map nous avons eu la possibilité d'identifier une vue de tableau de bord représentant les indicateurs calculés autour de ce cas d'utilisation (Use case) en répondant à un scénario d'analyse précise.

L'ensemble des indicateurs répondant à cette vue vont être regroupés - dans notre exemple - en trois sections. Chaque section est composée d'un ou plusieurs composants graphiques représentant un indicateur précis.

Les regroupements de composants graphiques dépendent de la nature des activités. Dans notre exemple, chaque section représente une activité précise telle que (voir figure 7) la progression et l'évolution des apprenants en incluant deux

composants graphiques représentant une vue géographique/topologique et une vue temporelle, une deuxième section représentant le classement des apprenants représenté par un composant graphique et finalement la dernière section autour d'une activité de collaboration et intersection entre les apprenants. Cette section est représentée par deux composants graphiques permettant la visualisation de la progression des individus et la représentation des croisements entre les différents individus.

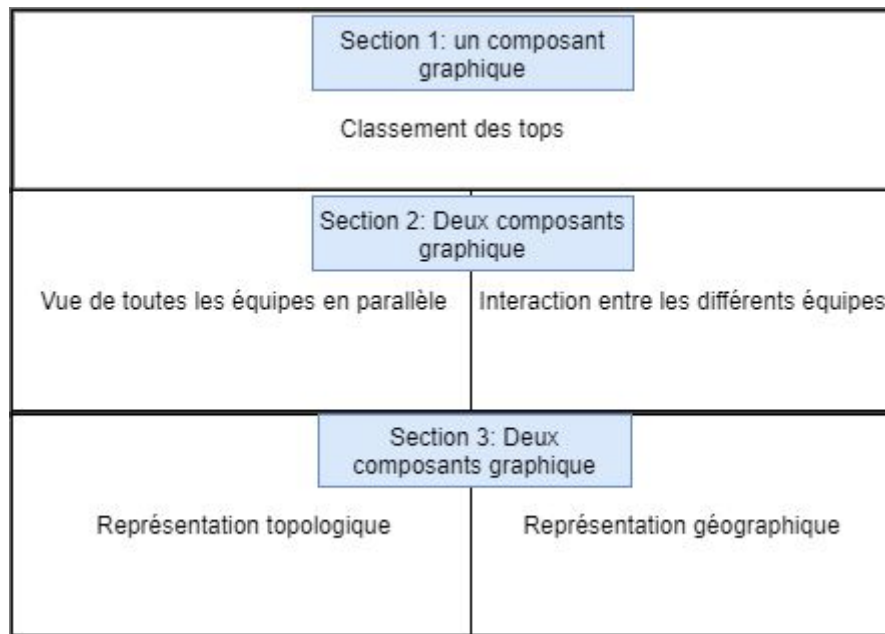


Figure 7 : Organisation des contenus pour le cas d'étude Tactileo Map

2. Le méta-modèle d'indicateur

Le modèle d'indicateur est un élément fondamental pour la mise en oeuvre de notre processus de génération adaptative et contextuelle. Ce modèle comporte les informations répondant à "Quoi". L'idée ici est de décrire de façon suffisamment précise les indicateurs afin de pouvoir les retrouver lors de la phase de sélection des données à afficher dans le tableau de bord.

Dans le contexte du projet HUBBLE, l'indicateur de type pédagogique est défini comme un outil d'évaluation et d'aide à la décision (pilotage, ajustements et rétro correction) grâce auquel nous pouvons mesurer une situation ou une tendance, de façon relativement objective, à un instant donné, ou dans le temps et/ou l'espace. Un indicateur permet de répondre à une question donnée. Un indicateur se veut être une sorte de résumé d'informations complexes offrant la possibilité à des acteurs différents (scientifiques, enseignants, apprenants, gestionnaires, politiques et citoyens) de dialoguer entre eux.

Dans l'informatique décisionnelle, l'indicateur clé de performance (Key Performance Indicator ou KPI) [13] permet de piloter et de mesurer l'efficacité d'une

campagne marketing. Ce KPI est un élément chiffré qui doit être déterminé avant le lancement d'une action, afin d'en évaluer les retombées et de déterminer le retour sur investissement.

Notre objectif est d'indexer et d'organiser les différents indicateurs existants pour pouvoir les sélectionner dynamiquement lors de la génération de nos tableaux de bord à la fois selon la compréhension fine éducationnelle et selon une démarche décisionnelle d'où la prise en compte du contexte.

Nous proposons donc un modèle (figure 8) qui relie les **indicateurs** (*Indicator*) à la fois au **processus d'analyse** défini au travers du **scénario d'analyse** (*Analysis_Scenario*) et de **l'activité d'apprentissage** (*Learning_Activity*). Un scénario d'analyse se déroule sur une ou plusieurs **plateformes d'apprentissage** (*Learning Platform*), hébergeant chacune une ou plusieurs activités d'apprentissage. Le calcul des indicateurs est exécuté au travers des **plateformes d'analyse** (*Analysis Platform*). Nous précisons maintenant les différentes classes composant ce méta-modèle.

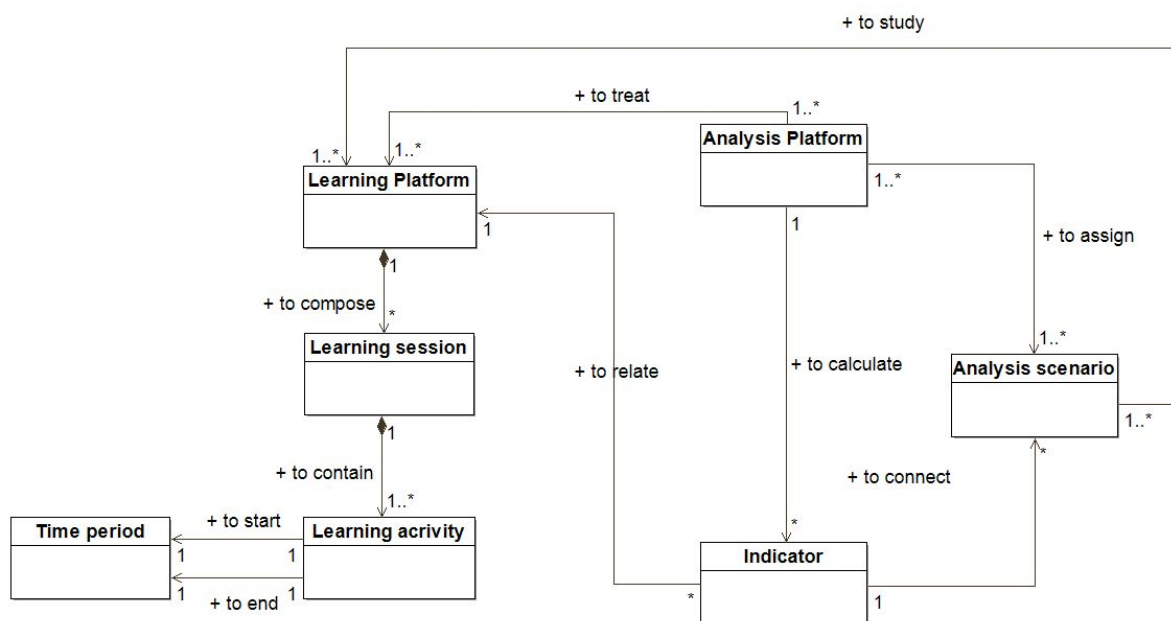


Figure 8 : méta-modèle d'indicateurs

Dans le cas de Tactileo Map, nous avons travaillé sur la visualisation d'une liste d'indicateurs. L'un des indicateurs était autour de la représentation de l'interaction entre les différentes équipes. L'indicateur était calculé à partir des traces issues de la plateforme d'apprentissage "Tactileo Map", plus précisément d'une activité d'apprentissage présentée sous la forme d'une enquête d'exploration. Les indicateurs liés à cette plateforme d'apprentissage étaient calculés principalement dans le cadre du scénario d'analyse "étudier les parcours des apprenants" par la plateforme d'analyse KTBS. D'autres informations étaient collectées autour de cet indicateur comme les dimensions de ce dernier (les noms des équipes, numéros des

marqueurs, temps d'action) ainsi les données disponibles telles que les numéros des tablettes, les identifiants des marqueurs, la date début et la date fin, l'action et le nombre d'actions.

3. Le méta-modèle pour les moyens de perception

Le méta-modèle des moyens de perception permet de caractériser l'ensemble des solutions de visualisation disponibles pour les indicateurs. Ce méta-modèle doit permettre de sélectionner la ou les représentations pertinentes pour chaque indicateur.

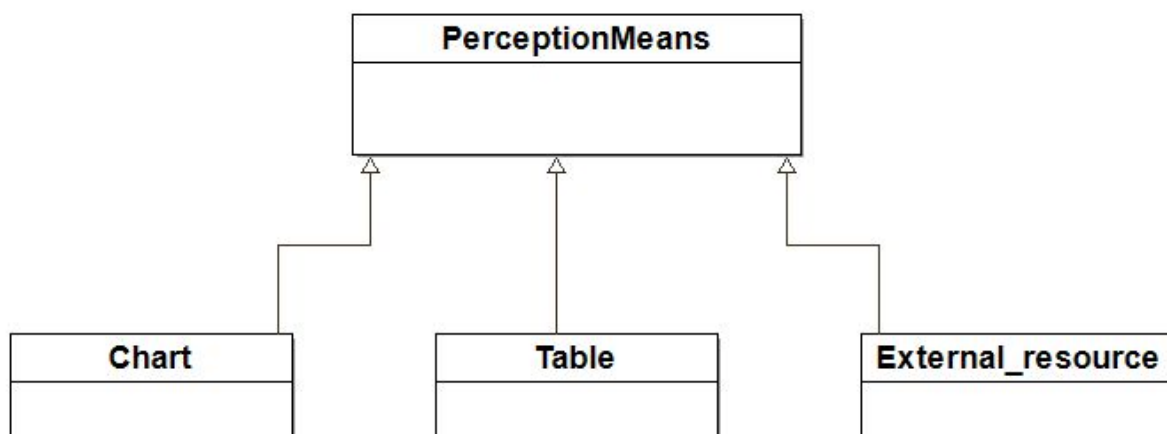


Figure 9 : Le méta-modèle de moyen de perception

Un moyen de perception (Figure 9) peut être présenté sous la forme d'un graphique (*Chart*), d'un tableau des données (*Table*), ou d'une ressource externe.

Un graphique est défini par l'ensemble de ses axes (*Dimension*). La définition des dimensions permet de qualifier l'adéquation du graphique aux données à visualiser

Dans le cas de notre travail avec les utilisateurs de Tactileo Map, nous avons proposé une courbe tridimensionnelle comme présentée dans la figure 10 afin de pouvoir présenter l'indicateur demandé autour de l'interaction des différentes équipes. Le choix de ce moyen de perception permet de répondre aux préférences des utilisateurs d'un côté et à l'objectif de visualisation de l'autre où la catégorie de moyen de perception porte sur la représentation de l'intersection entre les données.

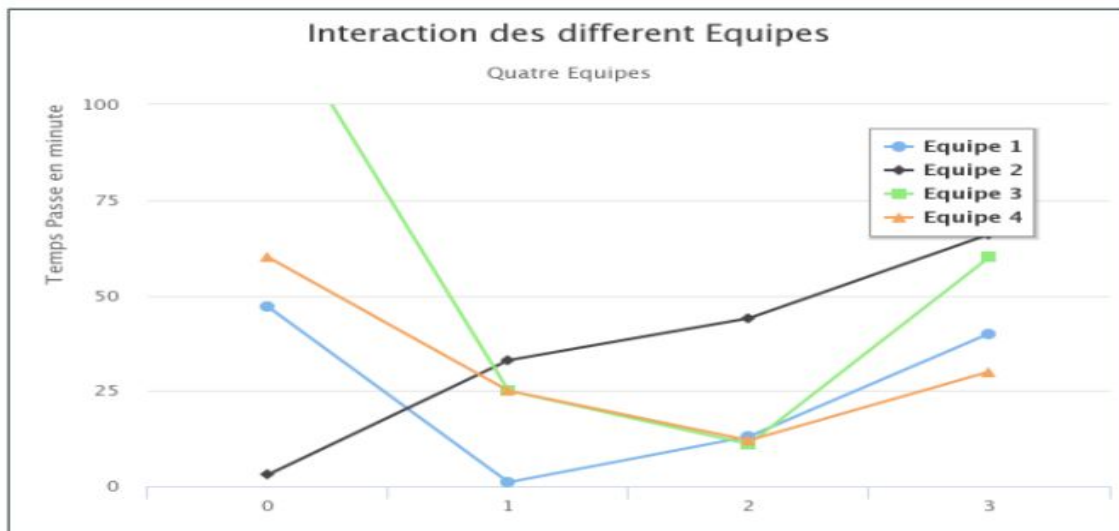


Figure 10 : Exemple Tactileo Map: Représentation graphique d'un indicateur

4. Le méta-modèle utilisateur

Le modèle utilisateur nous permet de représenter le contexte de l'utilisateur, identifié sous forme de "Qui" dans l'étude préalable, à savoir son **rôle** (*Role*), **ses préférences** (*Preference*), le ou les **groupes** (*Group*) auxquels il appartient.

Il intègre également le "Pourquoi" au travers du ou des **objectifs** (*Objective*) de décision.

Notre processus de génération doit commencer par l'identification de l'utilisateur final du tableau de bord. Ce modèle utilisateur est primordial dans un processus de génération adaptatif. En effet, il va nous permettre de préciser - pendant chaque "génération adaptative" - la nature de l'utilisateur final autrement dit de répondre à l'un des éléments de contexte et de déterminer qui est le consommateur du tableau de bord? Il permettra aussi la prise en compte d'un autre élément contextuel, le "pourquoi", en précisant les besoins d'information, ainsi que leurs multiples objectifs de visualisation.

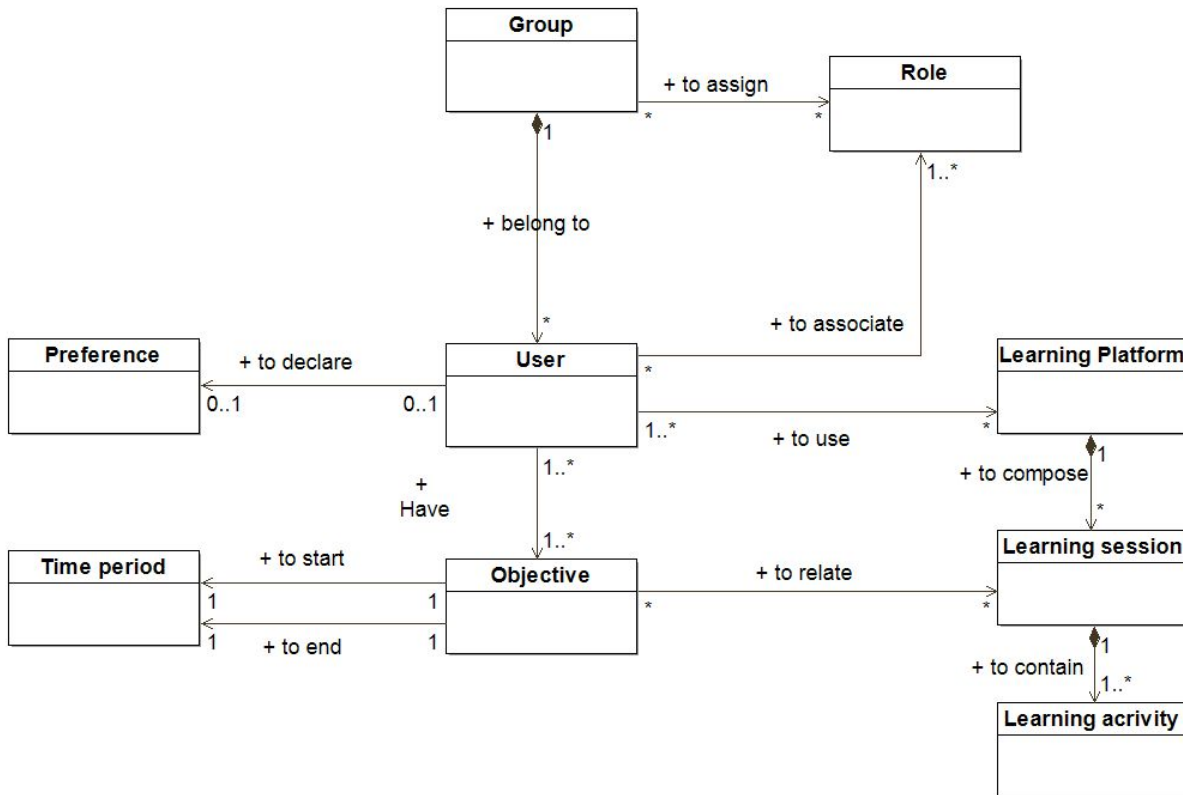


Figure 11: Le méta-modèle utilisateur

Le modèle d'utilisateur (figure 11) présente le contexte et les préférences des utilisateurs de tableau de bord. Le modèle relie l'individu à un **groupe** d'utilisateurs (*Group*). Ce groupe peut être caractérisé soit comme un groupe d'utilisateurs ayant un rôle en commun, soit comme un ensemble d'individus ayant différents rôles. Chaque individu est relié à une ou plusieurs **plateformes d'apprentissage** (*Learning Platform*) qu'il utilise. Ces plateformes d'apprentissage représentent des sources de traces et indicateurs préalables. Le modèle présente pour chaque individu un ensemble d'**objectifs** de visualisation (*Objective*). Ces objectifs peuvent être associés à un ensemble de **données souhaitées** (*Desired Data*). Ces données sont précisées par l'individu lui-même et elles sont associées à un objectif de visualisation bien déterminé. Lors de la génération des tableaux de bords, les données souhaitées sont considérées comme devant être visualisées en priorité. Finalement, dans ce modèle, les différents niveaux de **préférence** (*Preference*) des individus sont définis. Chaque individu peut avoir des **moyens de perceptions préférés** (*Preferred_PerceptionMeans*) et **une méthode d'organisation souhaitée** (*Preferred_Organisation*) ainsi que des moyens d'**interaction préférés** (*Preferred_InteractionMeans*). Cette préférence en matière de moyen d'interaction peut inclure plusieurs moyens d'interaction utilisables au moment de la **collaboration** (*Collaboration*). La collaboration entre des utilisateurs est définie par un utilisateur particulier.

Dans le cas de tactileo Map, nous avons travaillé avec 8 utilisateurs ayant le même rôle “enseignant” et qui appartiennent à deux groupes d’utilisateurs : “groupes des enseignants de lycée et groupe des enseignants d’écoles primaires”. Ces groupes d’enseignants ont spécifié leurs objectifs de visualisation qui sont autour de l’identification des parcours des apprenants. Afin de pouvoir faciliter l’observation de leurs objectifs, une liste des préférences était identifiée telles que le choix des moyens de perception où la présentation des indicateurs peut être sous la forme de courbe, histogramme ou camembert.

III - Le Processus de génération des tableaux de bord

Nous nous intéressons ici au processus de génération d’un tableau de bord correspondant aux besoins d’un utilisateur dans l’accompagnement de sa prise de décision dans une activité d’apprentissage. Dans un premier temps, nous présentons les différentes étapes du processus, avant de détailler chacun de celles-ci.

Étapes du processus de génération

L’organisation du processus repose sur le même questionnaire “Qui, Pourquoi, Comment, Quoi, Quand, Avec Qui, et Après.” permettant de caractériser le tableau de bord visé utilisé dans l’étude préalable. Le principe de ce processus est d’adapter et d’organiser à la fois le contenu et la structure du tableau de bord pour offrir une meilleure expérience d’utilisation à chaque utilisateur du tableau de bord. Le processus se déroule en 3 étapes (voir figure 12) :

1. Identification et sélection des éléments de contenu ;
2. Organisation et structuration du contenu ;
3. Génération proprement dite du tableau de bord ;

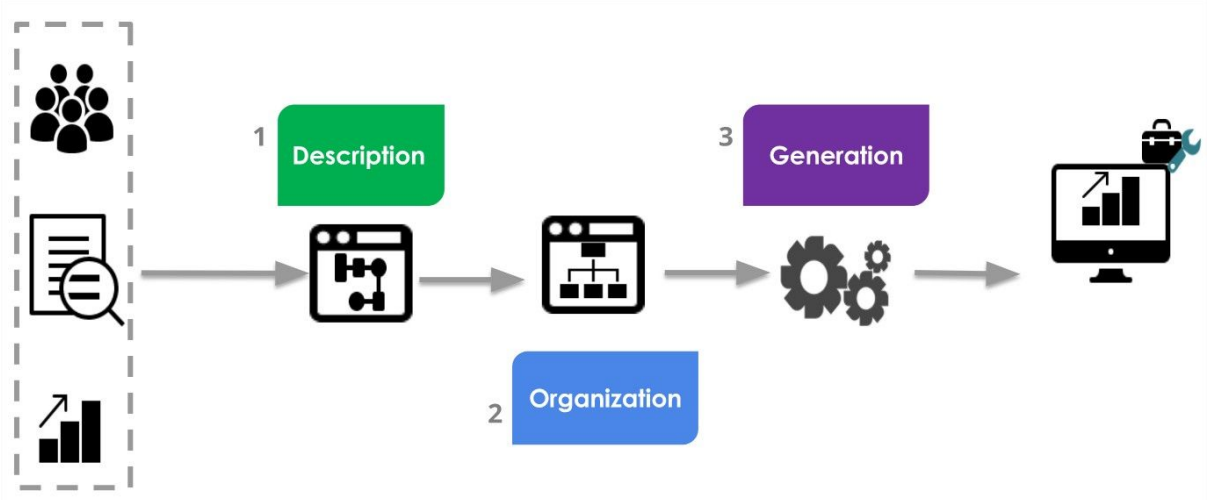


Figure 12 : Les étapes de génération de tableau de bord

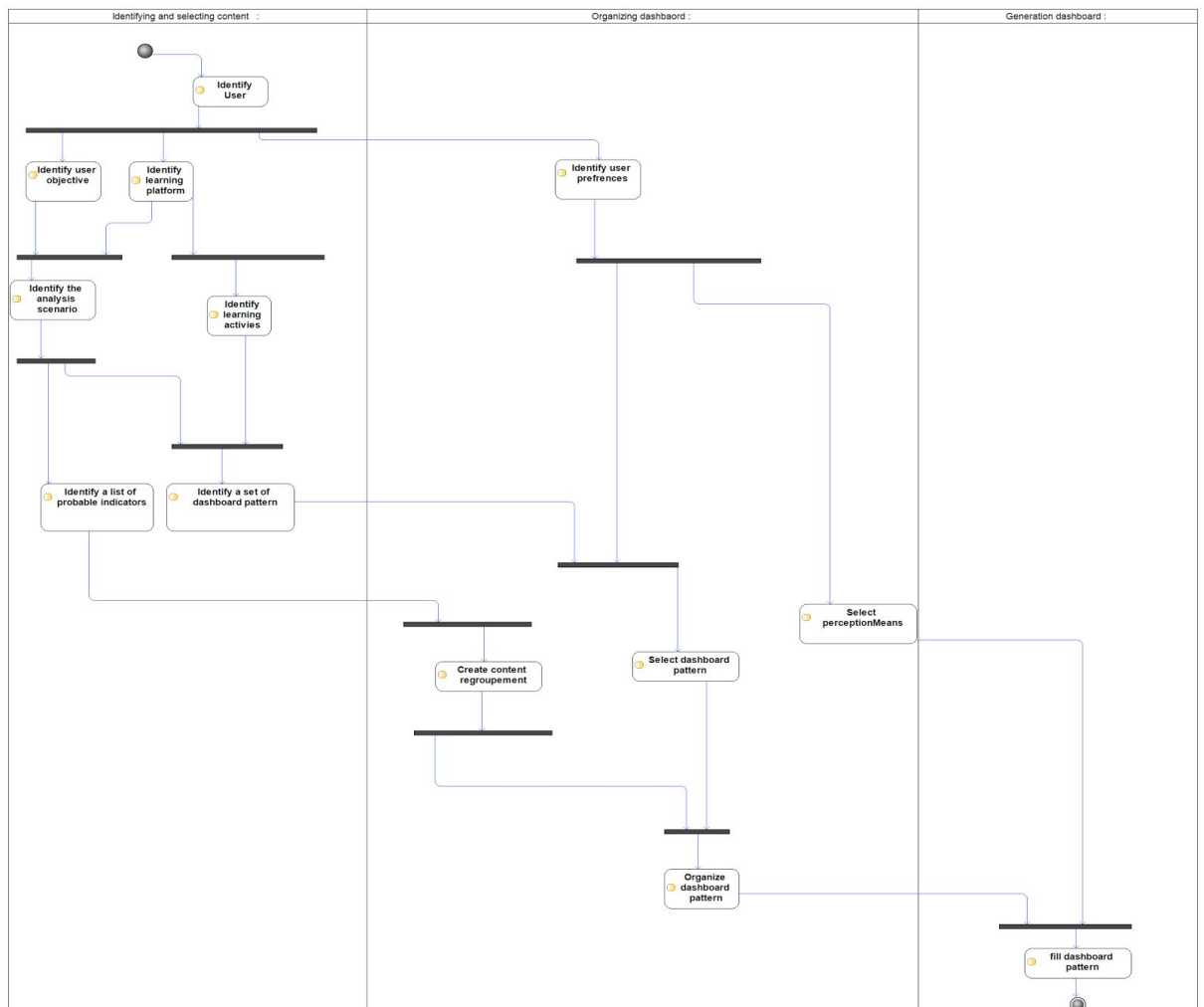


Figure 13 : Processus de génération du tableau de bord

Etape 1 : Identification et sélection des éléments de contenu

Cette première étape permet de sélectionner, en fonction de l'utilisateur et de de son objectif de visualisation courant :

- une liste d'indicateurs extraite de la bibliothèque d'indicateurs disponibles, correspondant à son objectif déclaré dans le déroulement de sa session d'apprentissage, de son activité d'apprentissage courante et à son rôle dans la plateforme en cours d'utilisation ;
- une liste de patrons de tableaux de bord utilisés pour une telle activité ;

Etape 2 : Organisation et structuration du contenu

Durant cette étape, sont identifiés les relations entre indicateurs, dérivés de l'objectif de visualisation de l'utilisateur et des scénarios d'analyse dans lesquels ils sont utilisés. Ces relations permettent de regrouper les différents indicateurs au sein de sections du futur tableau de bord [9][11].

Les moyens de perception sont également sélectionnés et intégrés dans la structure du tableau de bord qui va être généré.

Partant des patrons d'affichages sélectionnés durant l'étape 1 :

1. La liste est révisée en fonction des différentes sections établies durant l'étape 2;
2. Un patron d'affichage est sélectionné en fonction des préférences utilisateur, ou par défaut selon le cas d'utilisation lié à l'objectif de visualisation

D'autre part les moyens de perception :

1. sont sélectionnés pour chaque indicateur retenu;
2. mis en cohérence avec les autres moyens de perception des autres indicateurs de la même section;
3. mis en cohérence avec le patron retenu;
4. hiérarchisés en fonction des préférences utilisateur.

A l'issue de l'étape 3, l'ensemble des éléments permettant de composer le tableau de bord sont identifiés.

Etape 3 : Génération du tableau de bord

Cette étape constitue l'instanciation du tableau de bord répondant aux besoins de l'utilisateur dans l'accompagnement de sa prise de décision dans son activité d'apprentissage.

Les données correspondantes aux indicateurs sur la période considérée pour remplir l'objectif sont chargées dans les moyens de perception retenus.

Les différents widgets intégrant les moyens de perception instanciés avec indicateur et données correspondantes sont reliés aux sections du tableau de bord.

Widgets et sections sont structurés selon le patron retenu qui répartit les différentes sections dans la vue du tableau de bord et les widgets dans les différentes sections. Le tableau peut alors être visualisé et manipulé par l'utilisateur;

Description du prototype

Un premier prototype a été réalisé comme preuve de concept. Il démontre la faisabilité de la génération automatique d'un tableau de bord répondant aux besoins des utilisateurs à partir de leur description du besoin.

Les deux premières étapes du processus sont pour l'instant manuelles, dans le sens où cette description est dérivée des indications recueillies et encapsulées sous la forme d'un fichier de description en XML. La génération du tableau de bord est effectuée à l'aide d'un moteur de transformation écrit en PHP, qui interprète le fichier de description et génère un tableau de bord opérationnel intégrant des indicateurs issus de la plateforme UTL visualisables sur un navigateur. La page générée est basée sur la technologie jquery.

Le fichier de description intègre un ensemble de regroupements d'indicateurs. Chaque regroupement est défini par un titre qui représente un aspect sémantique lié au tableau de bord. Le fichier comporte également une description détaillée des composants graphiques sélectionnés et leurs caractéristiques comme le type de moyen de perception choisi. Le prototype peut réutiliser une liste complète de moyens de perception dans le but de faciliter la personnalisation de la visualisation. Les moyens d'interactions disponibles sont liés directement aux moyens de perception et sont dérivés des API graphiques utilisées.

Pour la structuration du tableau de bord, le prototype fait appel à une description de structure présentée sous la forme de feuilles de style qui précise le style de chaque tableau de bord en intégrant le mode de navigation entre les sections et l'ensemble des composants graphique, ainsi que des informations concernant la position et la taille de ces derniers.

Comme premier exemple d'utilisation nous avons retenu le tableau de bord explicité dans le cas d'étude de Tactileo Map (présenté dans la section [Cas d'étude Tactileo Map p.9])

Conclusion et Perspectives

Le projet HUBBLE aborde la question des analyses de données d'apprentissage en proposant la construction et le partage de processus d'analyse. Le lot 5 de ce projet se concentre sur les aspects visualisation de ces processus d'analyse au travers de l'étude d'un processus de génération de tableaux de bord d'apprentissage dynamiques et adaptatifs. Si un tel processus de génération de tableau de bord arrive logiquement en fin de chaîne du processus d'utilisation, il constitue également la réponse aux besoins de l'utilisateur visé à l'origine. Le domaine de l'informatique décisionnelle l'a parfaitement intégré en faisant de la définition des tableaux de bord décisionnels l'élément central de la compréhension des besoins des utilisateurs.

Il a donc été nécessaire de retourner vers les utilisateurs réels des processus d'analyse afin de mieux identifier leurs objectifs de visualisation, leurs contextes d'utilisation et leurs préférences de visualisation. Cela a permis de caractériser les différentes dimensions nécessaires pour intégrer l'adaptation dans le processus de génération de tableaux de bord. C'est pourquoi ce rapport commence par la description d'une démarche de collecte des besoins.

Le travail présenté ici constitue une première ébauche, à la fois d'une démarche de capture, de méta-modèles pour spécifier les informations nécessaires à la génération d'un tableau de bord et un processus permettant cette génération.

Nous avons découvert que la collecte des besoins d'affichage en termes de tableaux de bord est une étape essentielle à la définition d'environnements utiles aux utilisateurs, en leur permettant de se projeter dans leur futur contexte d'utilisation. Pouvoir présenter des exemples d'affichage aide à cette projection, la capitalisation d'affichages, de structures et d'organisation de tableaux de bord [12] doit servir à celle-ci.

Les méta-modèles que nous proposons servent également, sinon essentiellement à permettre un processus de génération adaptatif de tableaux de bord d'apprentissage tel que nous l'avons décrit ici. La suite de notre travail vise à mieux caractériser les règles permettant de raffiner les étapes présentées. Pour la première étape, cela concerne la sélection des indicateurs et des moyens de perception en fonction des capacités de l'utilisateur. Pour la seconde étape, il sera nécessaire de définir des règles d'organisation. Nous pensons notamment hiérarchiser les différents indicateurs en terme d'importance par rapport à un objectif de visualisation dans un contexte donné. Et finalement les règles qui permettent une réelle adaptation restent à expliciter dans un formalisme qui permette de les organiser et de réaliser des arbitrages.

Références:

- [1] Arson, B. (2012). *Web analytics: Méthode pour l'analyse web*. Pearson Education France.
- [2] Charleer, S., Klerkx, J., Duval, E., De Laet, T., & Verbert, K. (2016, September). Creating effective learning analytics dashboards: Lessons learnt. In *European Conference on Technology Enhanced Learning* (pp. 42-56). Springer International Publishing.
- [3] Chatti, M. A., Dyckhoff, A. L., Schroeder, U., & Thüs, H. (2012). A reference model for learning analytics. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(5-6), 318-331.
- [4] Dabbebi, I. (2016, June). Conception de tableaux de bord adaptatifs, contextuels et dynamiques, In *Rencontres Jeunes Chercheurs Environnements informatiques pour l'Apprentissage humain (RJC EIAH)*, France
- [5] Dabbebi, I., Iksal, S., Gilliot, J. M., May, M., & Garlatti, S. (2017, April). Towards Adaptive Dashboards for Learning Analytic: An Approach for Conceptual Design and implementation. In *9th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2017)* (pp. 120-131).
- [6] Dragomirescu, S. E., & Solomon, D. C. (2013). The Role Of The Performance Dashboard In The Management Of Modern Enterprises. *Studies and Scientific Researches. Economics Edition*, (18).
- [7] Eckerson, W. W. (2010). *Performance dashboards: measuring, monitoring, and managing your business*. John Wiley & Sons.
- [8] Fernandez, A. (2013). *Les nouveaux tableaux de bord des managers: le projet Business Intelligence clés en main*. Editions Eyrolles.
- [9] Few, S. (2013). *Information Dashboard Design: Displaying data for at-a-glance monitoring*. Analytics Press.
- [10] Germain, C. (2005). Une typologie des tableaux de bord implantés dans les petites et moyennes entreprises. *finance Contrôle stratégie*, 8(3), 125-143.
- [11] Gemignani, Z. "A Guide to Creating Dashboards People Love to Use." (2009).
- [12] Joffre, C., & Loilier, T. (2015). Dynamique d'une Organisation et Processus de Régulation: Vers le Concept de Régulation Mixte-Le Cas d'une Association d'Action Sociale. *Finance Contrôle Stratégie*, (18-3).
- [13] Parmenter, D. (2015). *Key performance indicators: developing, implementing, and using winning KPIs*. John Wiley & Sons.
- [14] Schwendimann, B. A., Rodriguez-Triana, M. J., Vozniuk, A., Prieto, L. P., Boroujeni, M. S., Holzer, A., ... & Dillenbourg, P. (2017). Perceiving learning at a glance: A systematic literature review of learning dashboard research. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10(1), 30-41.