CREWS Report Series 99 - 18

REPORT ON THE CREWS-C2 EVALUATIONS

Paris team

Colette Rolland, Carine Souveyet, Camille Ben Achour, Mustapha Tawbi, Fernando Velez

[1]CRI, Université de Paris1- Sorbonne, 90, rue de Tolbiac, 75013 Paris

Internal report, available at :

http://SunSITE.Informatik.RWTH-Aachen.DE/CREWS/reports99.htm

Report on the CREWS-C2 Evaluations

Paris team

This document is a report on the evaluation of the approach developed in CREWS-C2 workpackage, namely CREWS-*L'Ecritoire*. This evaluation was performed during the reporting period E1.

1 Approach to evaluation

Our approach to evaluate the CREWS-C2 method was structured around three questions as follows :

- WHAT should be evaluated ?
- WHEN should evaluations be done ?
- HOW should the evaluations be performed ?

1.1 The *WHAT* question

We answered the first question by identifying the main *features* of the CREWS-*L'Ecritoire* approach, defining *hypotheses* to evaluate, and associating features with the hypotheses relevant to them. We identified *six features* which we believe, constitute a full coverage of the approach. Some of these features have been further refined into *sub-features*, 10 in total. For each feature/sub-feature we identified one or several *hypotheses* that are the subjects of the evaluations. We identified 25 hypotheses. Each hypothesis represents an aspect of scenario-based requirements elicitation that we expect CREWS-*L'Ecritoire* to improve. Hypothesis evaluation therefore, tells us whether or not the expected improvements have, in fact, been realised.

1.2 The *WHEN* question

To perform the evaluations we conducted *experiments* of four kinds : *workshops*, *empirical study, case study* and *tutorial*. We conducted *three workshops* with the participation of 52 system development experts drawn from French companies. Two *empirical studies*, one on the use of *'the scenario authoring approach'* and a second one on the use of *'the goal/requirement discovery approach'* were performed with students, 69 in the first case and 41 in the second one. One industrial case study on *'business process reengineering'* was conducted in a large electricity supply company. Finally 6 days of tutorials, based on an intensive use of the tool environment, were performed with different groups of either students or professionals.

1.3 The *HOW* question

In order to determine whether a hypothesis could be validated or not, we have adopted an approach based on metrics. We identified *evaluation criteria* and defined *metrics* in order to measure each hypothesis in a given experiment. This means that the evaluation frame is a 5-tuple of the form :

< experiment, feature/sub feature, hypothesis, criteria, metric>.

There is one *result* for each 5-tuple which represents an atomic evaluation. These atomic results form the basis of more global evaluations and measurements.

Figure 1 sums up our evaluation approach and gives an example of atomic evaluation. In the empirical study of the scenario authoring approach, an hypothesis related to the feature *'scenario authoring'* is that *'the use of style guidelines leads to scenarios with less terminological errors'*. The criterion that can be used to evaluate this hypothesis is the *'quality improvement'*. To evaluate how style guidelines improved the quality of the scenarios terminology in the empirical study, the measure which is proposed is a difference between the proportion of terminological errors per number of actions with and without style guidelines. Overall, the result obtained is yes, because with guidelines subjects make 60% less terminological errors; a deeper analysis of this result can be found in the evaluation reports.

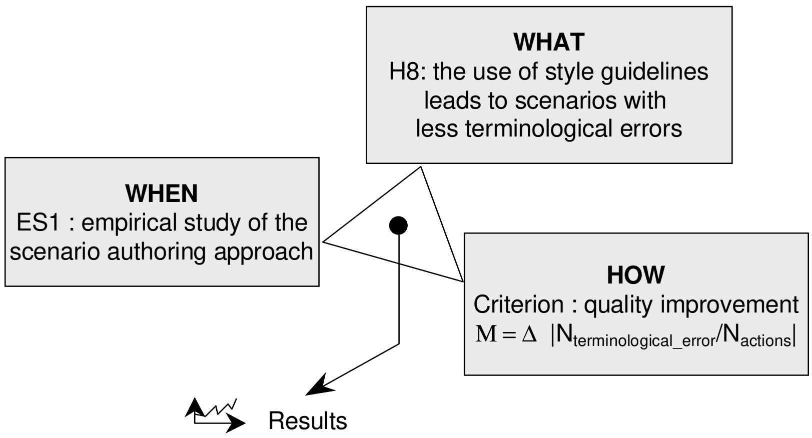


Figure 1 : Overview of CREWS-*L'Ecritoire* evaluation approach

The rest of the document is organised as follows. In section 2 we introduce the CREWS-*L'Ecritoire* features and sub-features and the hypotheses which are related to them. In section 3 we identify and define the evaluation criteria that have been selected. Thereafter, in section 4 we present the experiments which were conducted and in section 5, we introduce the metrics through the 5-tuples they are associated with. Section 6 gives an overview of the evaluation results which are detailed in the papers included in the second part of this document.

2 Features, Sub-features and Hypotheses

The CREWS-*L'Ecritoire* approach contains six main features, namely :

- F1 : Scenario Authoring
- F2 : Goal Formulation
- F3 : Goal Discovery
- F4 : Organising Goal-Scenario Collection
- F5 : Guiding the Requirements Elicitation process in a Computer Based Environment
- F6 : Working in a Top-Down Manner

The decomposition into sub-features is as follows :

- F1 : Scenario Authoring

  F11 : Transforming an informal scenario into a formal scenario.

  F12 : Writing a scenario using style and content guidelines.

- F2 : Goal Formulation

- F3 : Goal Discovery

  F31 : Finding the right goal.

  F32 : Exploring design options.

  F33 : Finding system functionality variants.

  F34 : Discovering full system functionality.

  F35 : Changing in level of abstraction.

- F4 : Organising Goal-Scenario Collection

  F41 : Organising scenarios and goals hierarchically.

  F42 : Coupling goals and scenarios in requirements chunks.

  F43 : Organising scenarios through three levels of abstraction.

- F5 : Guiding the Requirements Elicitation process in a Computer Environment

- F6 : Working in a Top-Down manner

For each of the CREWS-*L'Ecritoire* feature or sub-feature, we identified a list of hypotheses. Each hypothesis identifies the aspects of scenario-based requirements elicitation we expect CREWS- *L'Ecritoire* will improve.

- F1 : Scenario Authoring

  F11 : Transforming an informal scenario into a formal scenario

  H1 : the scenario authoring devices improve scenario fitness.

  F12 : Writing a scenario using style and content guidelines

  H2 : use of content guidelines leads to scenario descriptions which are more correct in terms of the number of complete action descriptions.

  H3 : use of content guidelines leads to less inappropriate action descriptions.

  H4 : use of content guidelines leads to scenario descriptions which contain more correct and unambiguous descriptions of the flow structure of the scenario.

  H5 : use of style guidelines leads to more complete action descriptions.

  H6 : use of style guidelines leads to less unnecessary or inappropriate action descriptions.

  H7 : use of style guidelines leads to scenario descriptions which contain more correct and unambiguous descriptions of the scenario flow structure.

  H8 : use of style guidelines leads to scenario descriptions with more consistent use of terminology.

- F2 : Goal Formulation

  H9 : the goal template helps formulating more precise goals.

- F3 : Goal Discovery

    F31 : Finding the right goal

    H10 : the <goal-scenario> coupling helps finding the right goal.

    F32 : Exploring Design Options

    H11 : the guiding rule A1 helps better envisioning the future system.

    F33 : Finding system functionality variants

    H12 : the alternative strategy helps finding more variations than ad-hoc processes.

    H13 : the alternative strategy helps finding variations having a more uniform granularity.

    H14 : the alternative strategy helps finding variations at the same level of abstraction.

    F34 : Discovering full system functionality

    H15 : the composition strategy helps finding more functions that ad-hoc processes.

    H16 : the composition strategy helps finding functions having a more uniform granularity.

    H17 : the composition strategy helps finding functions at the same level of abstraction.

    F35 : Changing in level of abstraction

    H18 : the refinement strategy systematises the gradual transformation of a high level goal into lower level goals.

    H19 : the refinement strategy improves the completeness of the transformation.

- F4 : Organising Goal-Scenario Collection

    F41 : Organising scenarios and goals hierarchically

    H20 : the organisation facilitates the understanding of the requirements specification.

    F42 : Coupling goals and scenarios in requirements chunks

    H21 : coupling goals and scenarios provides more understandable requirements chunks.

    F43 : Organising scenarios through three levels of abstraction

    H22 : the three predefined levels of abstraction help tracking requirements.

- F5 : Guiding the Requirements Elicitation process in a Computer Environment

    H23 : guiding the requirements engineering process improves users' productivity.

- F6 : Working in a Top-Down manner

    H24 : the top-down way of working helps mastering complexity.

    H25 : the three predefined levels of abstraction help in the separation of concerns.

3 Criteria

We identified six criteria against which to evaluate the 25 hypotheses done on CREWS-*L'Ecritoire* features. These are the following :

- **Quality Improvement :** The manner in which the approach increases the quality of the results in terms of completeness, correctness, relevance, formulation and consistency.

- **Applicability :** The ease of applicability of the approach in real cases.
- **User performance :** The contribution made by the approach in enhancing the user's efficiency particularly in reducing the number of errors compare to an ad-hoc process and therefore reducing the time to solve a problem.
- **Scalability :** Ability of the approach to cope with large and complex problems.
- **Usability :** The ease with which the approach could be learned (particularly within the computer based environment).
- **Acceptability by user :** How the user adheres to the approach (particularly within the computer based environment).

4 Experiments

In this section we consider in turn the five experiments that we conducted : the *workshops*, the two *empirical studies* on the use of the *'scenario authoring approach'* and the use of the *'goal/requirement discovery approach'* respectively, the *industrial case study* and the *tutorials*. Each of them was conducted with a driving purpose in mind : w*orkshops* were organised in spring 98 in order to get as quickly as possible, a feedback from industry concerning the potential usefulness of the approach in practice, and to inform further . *Empirical studies* were carefully set up and carried out in order to evaluate the two key aspects of the CREWS-*L'Ecritoire*, namely *scenario authoring* and *goal discovery*. Our motivation for conducting the *Business Process Reengineering project* was to evaluate the ability of the approach to scale up and cope with a large problem. Finally, tutorials were organised to merely get feedback from the use of the approach within its computer-based environment and also, to a certain extend, to evaluate the usability and acceptability of the *L'Ecritoire* prototype

4.1 Workshops (WP)

4.1.1 Objective

Workshops were conducted in order to evaluate the potential practical benefits that one can expect from the use of the CREWS-*L'Ecritoire* approach. The workshop results were also used to inform the design of the empirical studies.

4.1.2 Participants

In order to relate these benefits to industrial practice, three *one day workshops* were conducted. Participants were development experts drawn from French industry. The list of participants involved in the workshops is given in appendix 1A. These experts were asked to evaluate the approach. Thus, the potential of the approach has been done by uninvolved parties.

4.1.3 Experimental task

The workshop agenda comprised three main parts :

- a presentation of the CREWS-L'Ecritoire approach,
- a demonstration of the tool environment,
- a tutored manipulation of the tool, and
- a panel discussion

After the panel discussion, participants were asked to fill in a questionnaire in two parts. In the first one they were asked to grade the usefulness of the CREWS-*L'Ecritoire* approach on a scale from 1 to 7. The second one comprised open questions about the potential contributions of the approach to the improvement of the current practice. The questionnaire is presented in appendix 1B.

4.2 Empirical studies (ES)

Two empirical studies were conducted in order to respectively evaluate the use of the *'scenario authoring'* approach and the use of the *'goal/requirement discovery'* approach. We shall refer to these two studies as empirical study 1 (ES1) and empirical study 2 (ES2).

4.2.1 Empirical study 1 (ES1)

4.2.1.1 Objective

Empirical study ES1 was conducted to evaluate the effectiveness of style and content guidelines developed as part of the CREWS-*L'Ecritoire* approach for scenario/use case authoring.

4.2.1.2 Subjects

The empirical study ES1 involved 69 (61 males, 8 females) subjects who were full time and part time post graduate students in information system engineering at the University of Paris1 Sorbonne. All of them had received lectures on object oriented modelling, and a half-day presentation on use case authoring and modelling. All had professional experiment in information systems. Their knowledge extended from object-oriented methods such as UML, Objectory, OMT, O* or REMORA. The subjects, aged between 24 and 47 years, volunteered their services and received no financial reward.

4.2.1.3 Experimental task

The subjects were requested to write a use case each. The use cases had to describe the interaction between a supermarket checkout system and a checkout operator for purchasing one or several products. This problem domain was chosen because the use case is of a manageable size and could be written quickly (checked beforehand in a pilot study). Furthermore all participants were familiar with this problem through shopping in supermarkets in their everyday lives (also checked beforehand in a pre-test questionnaire, see appendix 2A.A), thus minimising reliance on the knowledge of the problem domain.

All subjects read a short problem statement that described the structure and scope of the supermarket checkout problem domain (appendix 2A.C). Subjects were asked to write a complete use case for interaction with the supermarket checkout system, including normal and alternative course scenarios.

To guide them in the writing of their use cases, subjects were provided with the CREWS-*L'Ecritoire* writing guidelines. The set of 69 subjects was divided into 4 groups as shown in Table1 below.

Table 1 : Definition of the four groups of subjects in experiment ES1

Group	**Definition**
A	A control group in which subjects were given the problem statement describing the supermarket checkout problem domain only
B	An experimental group in which subjects were given the problem statement and CREWS-*L'Ecritoire* style guidelines
C	An experimental group in which subjects were given the problem statement and CREWS-*L'Ecritoire* content guidelines
D	An experimental group in which subjects were given the problem statement and both CREWS-*L'Ecritoire* style guidelines and content guidelines

Subjects were balanced across groups according to their gender (M/F), to their experiment in systems analysis/design (which ranged from 17 years to no professional experiment) and to their experiment in programming (which ranged from 16 years of professional experiment to no previous programming experiment). Equal numbers of subjects with and without this experiment were balanced across groups.

Subjects were given 60 minutes to write the use case since the pilot study indicated that this was sufficient time to complete the task. Prior to undertaking the task, experimental instructions were read by the experimenter (see appendix 2A.B). Then, subjects were permitted to read the problem statement. Each subject was instructed to produce a use case, and subjects of groups B, C, and D were informed that the guidelines provided to them should be used. However, details about the way in which guidelines should be used were not given. All subjects were informed beforehand of the time limit on the task and were permitted to seek clarifications during the task. The hand-out provided to the students is given in appendix 2A.

Subjects were given sheets of paper on which to write their names and use cases. The answer sheets had no predefined structure which might have influenced the structure or content of the use cases.

4.2.2 Empirical study 2 (ES2)

4.2.2.1 Objective

Empirical study 2 was conducted with the aim to evaluate the effectiveness of the methodological rules provided by the CREWS-*L'Ecritoire* approach in order to formulate and discover goals.

4.2.2.2 Subjects

The 41 subjects involved in the empirical study ES2 were full time or part time post graduate students in information system engineering at the University of Paris1 Sorbonne or at the University of Paris 12 Creteil. In both cases students were knowledgeable on object oriented analysis and design and had some practice of methods such as OMT, UML, OBJECTORY, O* or REMORA. The subjects, aged from 22 to 46, had received half day presentation on use cases, volunteered their services and received no financial reward.

4.2.2.3 Experimental task

The 41 software engineers were requested each, to elicit requirements for the design of a Digital Video Disk distribution Machine (DVDM in short). Expected requirements, stated as use goal, included delivering a customer's club card, checking the validity of the card, filling in the machine with DVDs, reporting transactions to the central information system, printing a receipt and controlling stock replenishment level. This problem domain was chosen for its novelty, thus, maximising the potential envisionment of how the system could behave.

All subjects were requested to follow a requirements elicitation process comprising five steps dealing each with a specific issue, namely :

- formulating goals,
- envisioning design options that are alternative to a proposed one,
- eliciting variants of a given system functionality,
- eliciting complementary functions to a given one,
- organising scenarios through different levels of abstraction.

All subjects went through each of the five steps twice and therefore dealt with the same issue twice. For each issue subjects were asked to provide answers to one or more questions. In the first round, subjects were not guided whereas they were provided with the appropriate CREWS-*L'Ecritoire* guiding rules in the second round.

Subjects were given a fixed slot of time for each round of each step. The time slots were determined during a pilot study. The total duration of the experiment was 2 hours and a half. Prior to undertaking the steps, experimental instructions were read by the experimenter. Then, subjects received a document organised step by step and round by round. For each first round, subjects provided their answers on the document in the given slot of time. For each second round they were suggested to read the CREWS-*L'Ecritoire* guiding rule which was given to them and then, to answer to the questions again within the allocated time. The process was repeated for each of the five steps of the experiment. The document provided to the subjects is in appendix 3A.

4.3 Industrial case study (CS)

4.3.1 Objective

The objective of the case study was to assess the strengths and weaknesses of the CREWS-*L'Ecritoire* approach when experimented on a large scale project.

4.3.2 Context

The experiment was conducted for an electricity supply and distribution company, PPC, Greece as part of the ELEKTRA project. ELEKTRA was an industrial European project in business process reengineering. It aimed at experimenting with an approach to managing change in electricity supply and distribution companies due to the deregulation rules issued by the European Community. The project started in January 1997 and ended in June 1999. The consortium included three Universities, UMIST, UK, Royal Institute of Technology, Sweden, University Sorbonne, France ; two electricity companies, PPC, Greece and Vattenfal, Sweden and one software house, SINGULAR, Greece.

In the context of business process reengineering, the issues of '*why'* are critical to understand current processes (what do they try to achieve ?) and identify deficiencies in those processes (what do they really achieve ?), to envision new processes (what are the goals for the future ?) and to evaluate the different alternative change scenarios (what are the alternative goals and options ?). Thus, we thought that a requirements engineering approach such as the CREWS-*L'Ecritoire* approach which focuses on goal reasoning in a systematic way should be useful. The case study was performed within PPC which is a company of 35000 employees.

4.3.3 Experimental task

The task consisted in constructing the hierarchy of goals with their associated scenarios representing the future state of the PPC Distribution sector. The top-down approach suggested by the CREWS-*L'Ecritoire* approach was followed starting from one initial goal at the contextual level, namely « *Run PPC in TPA manner* » (TPA stands for Third Party Access). This goal refers to a design option in which the PPC Distribution could offer access to its distribution network to third parties, i.e. independent power producers. The hierarchy comprises about 200 goals corresponding to 'normal courses of actions' that have each therefore, a number of associated variants. Those are mainly at the contextual level as the essence of the problem at hand was to identify the high strategic design options for the company. Not all the goals have been concretised in scenarios, particularly those at the functional level. In contrast, these scenarios would have been necessary to investigate the requirements for designing the new business processes.

4.4 Tutorials (T)

4.4.1 Objective

The objective of tutorials was to get feedback on the use of the approach within *L'Ecritoire* computer based environment. The flit side of this was that we could evaluate the usability and acceptability of the prototype *L'Ecritoire*.

4.4.2 Subjects

Four groups of students participated in the tutorials. Group A was composed of 9 students, Group B of 14, Group C of 21 and Group C of 19. Their profiles was similar to that of participants in empirical studies. They were full time or part time students in information systems. All had knowledge on CASE tools and CASE environments. They had received lectures on use case authoring and modelling and a half day presentation of the CREWS-*L'Ecritoire* approach including a demonstration of the tool. Students were allowed to work individually or in groups of maximum two people.

4.4.3 Experimental task

The task was performed in the CRI (Centre de Recherche en Informatique) laboratory and each group or individual student was given a version of *L'Ecritoire* tool on a PC. Groups B, C and D performed the task during one full day whereas Group A worked three entire days with the tool.

The subjects were requested to perform a case study with the support of *L'Ecritoire* tool. Prior to undertaking the task, experimental instructions were given by the experimenter. Then, subjects received a short description of the case study and an agenda for the day that was enforced to be followed.

During the experimental session students could get the support of CREWS-*L'Ecritoire* experts if they asked for it. Their activity was traced automatically by the tool for further analysis. At the end of the day, subjects were requested to fill in a questionnaire (see appendix 5A).

5 The <experiment, feature, hypothesis, criterion, metric> tuples

In this section we present the 5-tuples <experiment, feature, hypothesis, criterion, metric> for each of our five experiments. The tuples are presented in tables. Each row of a given table corresponds to one hypothesis of a given feature/sub-feature evaluated in the experiment. Each column refers to a criterion. Each cell in a table provides the metric applied to the hypothesis of the corresponding row and the criterion of the corresponding column.

5.1 WP : Workshops

Metrics of this experiment use on one hand,

- the grading from 1 to 7 provided by the participants to the workshops to the various questions they were asked, and on the other hand,

- the number of times (N) a given feature was mentioned by participants as a potential benefit for the practice of requirements elicitation.

Table 2 : Measures used in workshop WP

Feature/ Subfeature	Hypothesis	Quality improvement	Applicability
F1 : Scenario authoring * transforming an informal scenario into a formal scenario (F11)	The scenario authoring devices improves scenario fitness (H1)	M1 Nmentions for authoring devices/ Nsubjects	

F1 : Scenario authoring * writing a scenario using style and content guidelines (F12)	Using style and content guidelines leads to more correct scenarios (H2 to H8)	M2 Avg (grading guidelines usefulness)	
F3 : Goal discovery * Exploring design alternatives (F32)	The guiding rule A1 helps better envisioning the future system (H11)	M3 Avg (grading design options exploration usefulness)	
F3 : Goal discovery * Finding system functionality variants (F33) * Discovering full system functionality (F34) * Changing in level of abstraction (F35)	The three goal discovery strategies are useful (H12 to H19).	M4 Avg (grading discovery strategy usefulness)	
F4 : Organising goal/scenario collection * Coupling goals and scenarios in requirements chunks (F42)	Coupling goals and scenarios provide more understandable requirements chunks (H21)	M5 Nmentions for goal/scenario coupling / Nsubjects	
F4 : Organising goal/scenario collection * Organising goals/scenarios through three levels of abstraction (F43)	The three levels of abstraction helps tracking requirements (H22)	M6 Nmentions for levels of abstraction / Nsubjects	
F4 : Guiding the requirement elicitation process in a computer-based environment	Guiding the requirements elicitation process improves users' productivity (H23)		M7 Nmentions for methodological support usefulness / Nsubjects
F6 :Working in top-down manner	The top-down way of working helps mastering complexity (H24)		M8 Avg (grading top down approach usefulness)
All features	Overall approach usefulness	M9 Avg (grading hierarchical organisation usefulness)	

5.2 ES1 : Empirical study 1

Two criteria were used to evaluate the different hypotheses in the empirical study ES1 : quality improvement and applicability. As for the hypotheses related to F12, the proposed measures relate to particular features of the scenario quality :

- completeness of action descriptions (H2 and H5)
- correctness of action descriptions (H3 and H6)
- correctness of scenario flow structure (H4 and H7)
- terminology consistency (H7).

The *improvement of the scenario quality* was calculated by comparing the proportion of errors per action found in the scenarios written by of subjects groups B, C, and D to the results of subjects of group A (let's recall that group A was a control group whose subjects, contrary to the subjects of the three other groups, were not provided with scenario authoring guidelines). The measures M10, M12, M13 and M15 presented in the following table are based on the use of a function AvgX(a), which purpose is to calculate the average value of a variable a for subjects of group X.

The *Applicability* criterion was also used to evaluate each kind of scenario authoring guideline. The measures associated to this criterion were calculated in function of the proportion of subjects of a group X who were able or unable to apply the guidelines with given degrees of efficiency varying in the [a..b] interval of values. The function CardX{P} counts the number of subjects of group X for whom the property P holds

Table 3 : Measures used in empirical study ES1

Hypothesis	Quality improvement	Applicability
Content guidelines (H2) and style guidelines (H5) lead to scenarios with more complete actions	M10 (group X) = [1- AvgX (Nincomplete actions / Natomic actions)] / [1- AvgA (Nincomplete actions / Natomic actions)] –1	M11 (group X, a, b) = CardX { a < 1 - (Nincomplete actions / Natomic actions) <b}
Content guidelines (H3) and style guidelines (H6) lead to scenarios with less inappropriate action descriptions	M12 (group X) = [1 – AvgX (Ninappropriate actions / Ncorrect actions)] / [1 – AvgA (Ninappropriate actions/Ncorrect actions)] –1	
Content guidelines (H4) and style guidelines (H7) lead to scenarios with more correct descriptions of the flow structure	M13 (group X) = [1- AvgX (Nincorrect flows/Nflows)] / [1- AvgA (Nincorrect flows/Nflows)] - 1	M14 (group X, a, b) = CardX {a < 1 - (Nincorrect flows/Nflows) < b}
Style guidelines lead to scenarios using a more consistent terminology (H8)	M15 (group X) = 1 - [AvgX (Nterminology errors / Natomic actions)] / [AvgA (Nterminology errors / Natomic actions)]	

5.3 ES2 : Empirical study 2

Metrics of empirical study 2 are associated with two criteria, namely *Quality Improvement,* and *Applicability.* They exploit the data provided by the test performed in the first rounds of ES2 (denoted Before, B for short) and the data gathered in the second round (denoted After, A for short). Notice that the operator Δ (X) calculates for a given subject the difference between the results X at rounds 1 and 2 of a given step.

Table 4 : Measures used in empirical study ES2

Feature/ Subfeature	Hypothesis	Quality improvement	Applicability
F2 : Goal formulation	The goal template helps formulating more precise goals (H9)	M16 [Avg (Ncorrect Breformulations) / Avg(Ncorrect Areformulations)] - 1	M17 Card {Ncorrect Breformulations > Ncorrect Areformulations } / Nsubjects
F3 : Goal discovery * Exploring design options (F32)	The guiding rule A1 helps better envisioning the future system (H11)	M18 [Avg (Ncorrect Bdesign options / NBdesign options) / Avg (Ncorrect Adesign options / NAdesign options)] - 1	M19 Card {[Ncorrect Bdesign options/ NBdesign options] > [Ncorrect Adesign options / NAdesign options]} / Nsubjects
F3 : Goal discovery * Finding system functionality variants (F33)	The alternative strategy helps finding more variations than an ad hoc process (H12)	M20 [Avg (Ncorrect Balternatives / NBalternatives) / Avg (Ncorrect Aalternatives / NAalternatives)] - 1	M21 Card {[Ncorrect Balternatives / NBalternatives] > [Ncorrect Aalternatives / NAalternatives]} / Nsubjects
F3 : Goal discovery * Finding system functionality variants (F33)	The alternative strategy helps finding variations at the same level of abstraction (H14)	M22 [1 - Avg (Nincorrect Babstractions / NBalternatives)] / [Avg (Nincorrect Aabstractions / NAalternatives)] - 1 (incorrect abstractions mean variants expressed at the wrong level of abstraction)	
F3 : Goal discovery * Finding system functionality variants (F33)	The alternative strategy helps finding variations having a more uniform granularity.(H13)		M23 Card { {Asubjects who do not find variations with uniform granularity} ∩ { Bsubjects who do find variations with uniform granularity}} / Nsubjects

F3 : Goal discovery * Discovering full system functionality (F34)	The composition strategy helps finding more functions than an ad hoc process (H15)	M24 {[Ncorrect Bcomplementary functions / NBcomplementary functions] / [Ncorrect Acomplementary functions / NAcomplementary functions] - 1	M25 Card {[Ncorrect Bcomplementary functions / NBcomplementary functions] > [Ncorrect Acomplementary functions / NAcomplementary functions]} / Nsubjects
F3 : Goal discovery * Discovering full system functionality (F34)	The composition strategy helps finding functions at the same level of abstraction.(H17)	M26 [1 - Avg (Nincorrect Babstractions / NBalternatives)] / [Avg (Nincorrect Aabstractions / NAalternatives)] - 1 (incorrect abstractions mean functions expressed at the wrong level of abstraction)	
F3 : Goal discovery, * Discovering full system functionality (F34)	The composition strategy helps finding functions having a more uniform granularity (H16)		M27 Card { {Asubjects who do not find functions with uniform granularity} ∩ { Bsubjects who do find functions with uniform granularity} } / Nsubjects
F6 : Working in a top-down manner	The three predefined levels of abstraction help in the separation of concerns (H25)		M28 Card { {Asubjects unable to seprate levels of abstraction} ∩ { Bsubjects able to identify the level of abstraction in given scenarios} } / Nsubjects

5.4 CS : Industrial Case Study

Metrics associated to the case study emerged from the experiment as possible ways to evaluate the CREWS-*L'Ecritoire* approach compared to an ad-hoc solution. Associated evaluations are qualitative and based on examples that demonstrate partially the expected benefit that one can get from applying the approach.

Table 5 : Measures used in industrial case study CS

Feature/ Sub feature	Hypothesis	Quality improvement	User Performance
F2 : Goal formulation	The goal template helps formulating more precise goals (H9)	M29 %incorrect goals detected (by reference to an initial solution developed in the absence of the Crews-L'Ecritoire approach)	
F3 : Goal discovery *Finding the right goal (F31)	The <goal,scenario> coupling helps finding the right goal (H10)	M30 %fuzzy goals corrected	
F3 : Goal discovery *Exploring design options (F32)	The guiding rule A1 helps better envisioning the future system (H11).	M31 Nnew relevant design otpions / Ninitial design options	
F3 : Goal discovery *Finding system functionality variants (F33)	The alternative strategy is useful (H12 to H14)	M32 Nnew relevant alternatives / Ninitial alternatives	
F3 : Goal discovery * Discovering full system functionality (F34)	The composition strategy is useful (H15 to H17)	M33 Nnew relevant complementary goals / Ninitial complementary goals	
F3 : Goal discovery *changing in level of abstraction (F35)	The refinement strategy systematises the gradual transformation of a high level goal (H18) The refinement strategy improves the completeness of the transformation (H19)		M34 %goals discovered by successive goal elicitation through analysis of one top level scenario

F6 : Working in a top down manner	The top-down way of working helps mastering complexity	M35 %missing goals and redundant goals identified in the initial solution	

5.5 T : Tutorials

Tutorials were organised to get feedback from the users about the CREWS-*L'Ecritoire* approach when used in the *L'Ecritoire* computer based environment. Complementary a few number of measures have been performed to evaluate the usability and acceptability of the computer tool environment.

Table 6 : Measures used in tutorials T

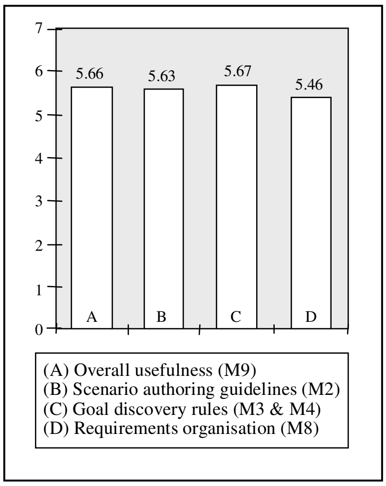
Feature	**Hypothesis**	**Usability**	**Acceptability by user**
F5 : guiding requirements elicitation in a computer based environment	Guiding the requirements elicitation process improves the user' productivity (H23)	M36 average Time to get familiar with the tool	M37 number of positive comments and imporvements proposed on the tool

6 Key results per experiment

In this section we present an overview of the results obtained through the experiments

6.1 WP : Workshops

The results of the WP evaluation of the measures presented in section 5.1 are summed up in Figures 2 and 3. Figure 2 shows the evaluations of features F1, F3, F6 and the overall evaluation of the approach itself. Figure 3 shows the four features of the approach most frequently mentioned as contributing to the improvement of the current practice.



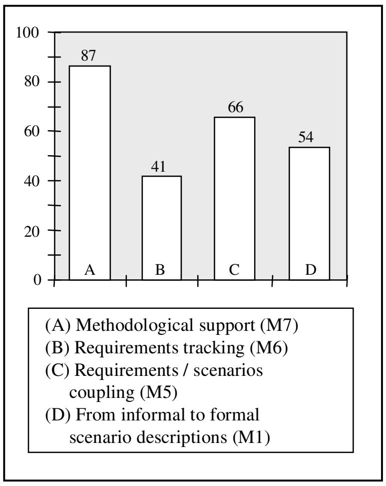


Figure 2 : Average grading of usefulness **Figure 3 : Frequency of identified potential benefits**

The *methodological support* was most frequently mentioned benefit expected from the use of the approach. More precisely :

- the AND/OR strategies were found useful in achieving completeness of system functional requirements and system physical requirements (H12 to H17),

- the OR strategy helped in the identification of variations of normal system behaviours (H12, H13, H14),
- rule A1 was found useful in cases where alternative designs have to be envisioned (H11) ,
- over all, the top-down approach of the requirements elicitation process was appreciated as fitting the natural practice. The difficulty in controlling the top down decomposition process in practice was found mitigated by the guiding rules (H24 and H18, H19, H20).

Participants noticed that the methods they know about such as OOSE and SOMATiK are lacking a *tight coupling between requirements and scenarios* which is provided in the *Crews-L'Ecritoire*.

Positive statements were made regarding the contribution of the approach to the mapping *from informal to formal scenario descriptions* (H1). The linguistic devices for an analysis, disambiguation and completion were found applicable to most of real situations where it is necessary to support the transformation of an informal scenario description written in full prose into an unambiguous, complete and well structured text.

Finally, the organisation into the contextual, system interaction, and system internal levels was found useful in clarifying the concerns of system requirements (H20). The principle of tracking system requirements from business goals, and alternative designs to system functional and physical requirements was appreciated, but the technical support for this was found limited (H22).

Extensions and improvements such as supporting several natural languages, connection with industrial tools (i.e. RequisitePro, Doors), providing co-operative negotiation and evaluation of requirements were suggested by workshop participants.

6.2 ES1 : Empirical study 1

This section sums up the findings of the empirical study ES1 on the effectiveness of the CREWS-*L'Ecritoire* guidelines for scenario writing.

Our initial observations from the subjects results at empirical study ES1 indicate that : (i.) the writing guidelines improve the overall quality of the scenario descriptions, (ii.) the different scenario writing guidelines work differently and with different levels of efficiency, and (iii.) scenarios are never entirely correctly written ; thus, they can be systematically corrected.

The key results of the empirical study E1 are summed up in Table 7. The table shows that : (i.) guidelines do improve scenario writing, (ii.) all guidelines do not improve all scenario features.

Table 7 : Key results of empirical study E1

Scenario quality feature	Do style guidelines (SGs) improve ?	Do content guideline (CGs) improve ?
Action completeness	Yes, proportionally to the size of the scenario (number of actions)	Yes, significantly, but combined with SGs and CGs are less efficient than used separately
Scenario completeness	The proportions of relevant actions and of actions at the right level of abstraction are significantly improved	Results similar to S2
Flow structure	Significantly for the structuring of scenarios into main course scenario/variations	Significantly for the description of scenario flow of actions
Terminology correction	Slightly for synonyms and significantly for anaphoric references	Yes, but not as supplement to SGs

The remaining of this sections details Table 7 by summing up the evaluation results hypothesis by hypothesis.

- *Hypotheses H2/H5 :*

Figure 4 compares the values of M11 obtained from the empirical study ES1 for the four experimented groups (see section 4.2.1.3). As the figure shows, the style guidelines and the content guidelines, when used separately, help a large proportion of subjects writing scenarios of better quality with respect to action completeness (i.e. scenarios containing *'less incomplete action descriptions'*).

Whereas only 20% of subjects who wrote scenarios without guidelines had more than half of their actions complete, 50% of subjects who were provided with style guidelines wrote correctly half of their scenario actions. The figure also shows that under this level of scenario quality, style guidelines are effective for 30 % of the subjects. Similarly, Figure X show that hypothesis H2 is validated. Indeed 35% of subjects using the content guidelines had more than half of their actions complete. At this level of quality, the content guidelines were applicable for fewer subjects than the style guidelines.

According to these observations, hypotheses H2 and H5 are confirmed; quality improvement (M10) was of 31,9% and 15,2% for subjects of groups B and C. However we also observe that wuality improvement was much less significant (only 1,8%) for subjects of group D. It seems thus that the style and content guidelines improve action completeness much less significantly when they are used together than when they are used separately. The same observation could be done for other scenario features. Discussion with subjects after the experiment showed that subjects provided with all the guidelines were spending more effort in reading and understanding the guidelines, whereas subjects provided only with style guidelines or with content guidelines had less difficulty to manage them while writing their scenarios.

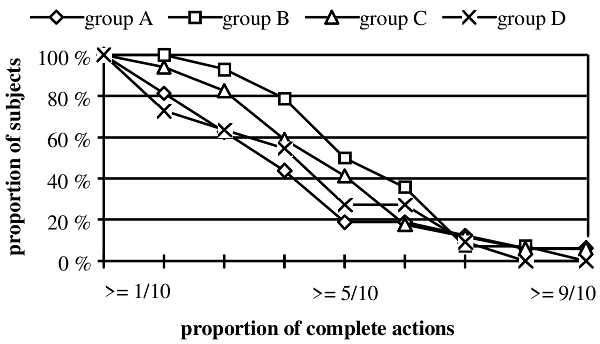


Figure 4 : Distribution of subjects for given rates of scenario quality with respect to action completeness

- *Hypotheses H3/H6 :*

Figure 5 provides a comparative view of scenarios quality with respect to action relevance and to level of abstraction for the four groups of the empirical study ES1. The figure shows that style guidelines improves scenario quality in terms of action relevance (M12 = 23% for group B). Quality improvement is less important for scenarios written using content guidelines (M12 = 7,7% for subjects of group C). With respect to the level of abstraction, a slight but not significant improvement can also be observed for groups B, C and D. Again, subjects provided with both style and content guidelines had weaker results than subjects of groups B or C.

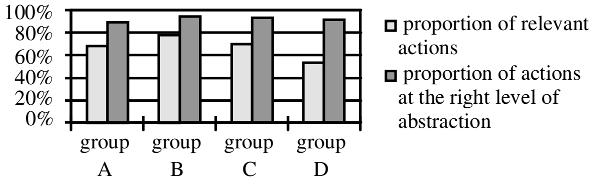


Figure 5 : Scenario quality with respect to action correctness

- *Hypotheses H4/H7 :*

Figure 6 compares the distribution of subjects having written scenarios with different rates of quality with respect to the correctness of the flow structure (measure M14). According to the figure, style guidelines were not applicable for writing flows of actions more correctly. However, two times more subjects of group B had all their flows of actions correctly written. Style guidelines are thus applicable with a high rate of quality improvement for a litle number of subjects.

On the contrary, we can observe a significant improvement of the correctness of the flow of actions in scenarios written by subjects provided with the content guidelines (group C) : 80% of subjects of group C had half of their flows of actions correctly written. Overall, the quality improvement (measure M13) for subjects of group C was of 19.9%.

These results seem to tell that content guideline may improve the writing of scenario flow of actions structure. As such, style guidelines do not improve the scenario structure, but they act as a good explanatory complement to content guidelines. Indeed, 50% of subjects provided with both style and content guidelines had written their scenarios with an entirely correct description of the flow of actions; the improvement of scenario quality with respect to the flow structure was even higher for subjects of group D (27,8%) than for subjects of group C.

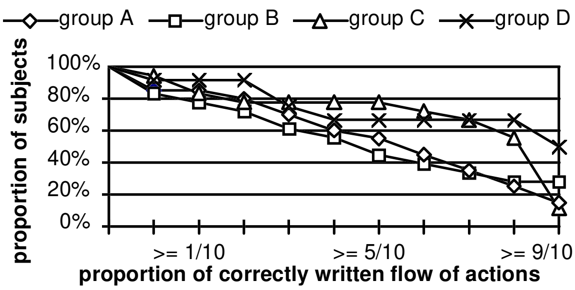


Figure 6 : Applicability of scenario authoring guidelines for writing correct flows of actions

- *Hypothesis H8 :*

We observed that in average 50 % of scenarios were written with an inconsistent or ambiguous terminology. The most frequent error is the use of ambiguous terms (74% of the terminology errors). As shown in Figure 7, style guidelines allow significant improvement of the scenario quality with respect to the use of unambiguous terms (M15 = 42,1% for group B). This was also true for subjects of group C for whom quality improvement with respect to ambiguous terms was of 63,1%. Hypothesis H8 is thus confirmed.

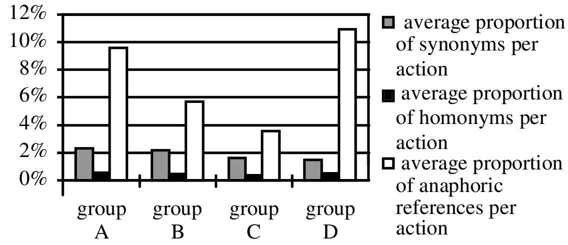


Figure 7 : Average improvement of the terminology consistency due to the use of style and content guidelines

- *Conclusions on empirical study ES1 :*

The observation of measures obtained from empirical study ES1 show that hypotheses H2 to H8 are confirmed at different degrees; scenario authoring guidelines are thus applicable but each of them improve significantly the quality of specific scenario features. Since improvements are always specific, it might seem interresting to use all the scenario authoring guidelines in combination. However, the experiment also showed that too many guidelines are difficult to manage, and actually diminish their specific effectiveness (applicability and quality improvement decrease when all the guidelines are used together). The combined presentation of all the guidelines should thus be transparent to scenario authors to maximise adherence to them.

Moreover, whereas they are effective for writing scenarios of better quality, the guidelines very seldom lead to ‘perfect’ scenarios. Verifying scenarios seems therefore to be indispensable whenever it is important to have scenarios of perfect quality.

In conclusion, we could observe that the style and content guidelines were usable, applicable, relevant and useful, though scenarios written without guidance were more inventive. A supplementary issue is thus opened : the tradeoff between creativity and free writing versus constraint and correctness.

6.3 ES2 : Empirical study 2

This section sums up feature by feature the findings of the empirical study ES2.

- *F2 : Goal formulation*

We a high level of applicability of the goal template to formulate goals. Indeed, the proportion of subjects having correctly reformulated from a given list of requirements one goal more using the goal template than without (M17) was of 82%. Overall the improvement of goal formulation quality was very high as three times more goals were correctly reformulated using the goal template (M16 > 335 %). This value is decomposed in Figure 8 which compares the subjects’ ability to reformulate goals correctly from a given list, with and without the goal temaplate. As the figure shows 34% of subjects were able to correctly reformulate more goals using the goal template than the best of them could it do without. Hypothesis H9 is thus validated.

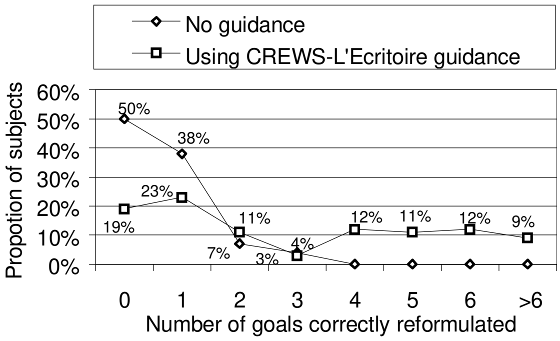


Figure 8 : Subjects' ability to reformulate goals with and without the goal template

- *F32: Exploring design options*

We observed a very high level of applicability of the guiding rule A1 as 95% of subjects were able to generate a better proportion of correct design options using the rule than without (measure M19). Moreover the value of measure M20 (improvement of the discovered set of options quality) showed that owing to rule A1 the proportion of correct design options discovered increases by 26%.

- *F33 : Finding system functionality variants*

We observed a very high level of applicability of the rule A2 (which guides the discovery of scenario alternatives) : 86% of subjects improve their initial solution by at least 75% (M21 = 97%). Moreover, the overall quality improvement of the discovered alternatives was also very high. Whereas the proportion of correct alternatives discovered without guidance was only of 58 %, it was of 93% when subjects use the guiding rule A2 (M20 = 75,5%).

However, a careful analysis of the subjects' results revealed that this quality improvement was due to removal and correction of incorrect alternatives discovered without guidance rather than to the discovery of new correct goals. Indeed, most of the subjects could discover a large proportion of the expert solution without guidance. Therefore, hypothesis H12 ("the alternative strategy helps finding *more* variations than an ad hoc process") is not validated.

So far as hypothesis H14 is concerned, we observed that 60% of incorrect alternatives disovered without guidance were stated at an invalid level of abstraction. The evaluation of M23 (quality improvement of 55%) showed that this error could be largely reduced owing to rule A2. Actually, using rule A2, 82% of subjects did eliminate all alternatives stated at an incorrect level of abstraction; 93% of alternatives proposed were correct owing to the rule.

The applicability of rule A2 was confirmed by evaluation of M23. Indeed, 39% of subjects who were not able to identify alternative flows of actions in a scenario without guidance could perform the task correctly using rule A2. Hypotheses H13 and H14 are thus confirmed.

- *F34 : Discovering full system functionality*

As for the discovery of alternative scenarios, we observed that subjects were able to discover on their own a large sample of complementary functions, within which a large part of the expert solution and a lot of incorrect goals. Incorrect complementary system functions were due to inadequate level of abstraction and confusion between complementary and alternative goals. We observed that not only the guiding rules helped discovering new complementary system functionalities, but also the quality of the collection of goals proposed using the rules did very significantly improve (M24 = 4.75).

The error that the CREWS-*L'Ecritoire* guiding rules supporting the composition strategy helped avoiding the most frequently was the confusion between alternative and complementary system functions. Indeed, 35% of subjects did the error at least once when they were not guided. Once guided 92 % of subjects did not make this error anymore (M27 = 27%). This shows the rules applicability in guiding the discovery of complementary system functions having a uniform granularity. Similarly, the proportion of complementary function which were not stated at an inadequete level of abstraction was multiplied by 9 (M26).

Hypotheses H16, H17 and H18 are thus confirmed.

- *F6 : Working in a top-down manner*

To evaluate hypothesis H25, the subjects of ES2 were asked to classify the actions described of a scenario they were provided with, with respect to their level of abstraction.

Without guidance, 80% of subjects were not able to detect that the proposed scenario was containing actions at different levels of abstractions. On the contrary, once they were asked to use the definitions of the three CREWS-*L'Ecritoire* levels of abstraction], all the subjects were able to tell that the scenario was inconsistent. This shows a very high level of applicability of the level of abstraction definitions (M28 = 80%) to guide the task of separating concerns, as expected in hypothesis H25.

6.4 CS : Industrial Case study

In this section, we report some of the findings related to the evaluation of features F2, F3 and F6. A detailed report is provided in the paper entitled *'Experiment with Goal-Scenario Coupling in Requirements Engineering'*.

- *F2 : Goal formulation*

The initial goal statement is usually rather imprecise and sketchy and can be interpreted in many ways. The exact meaning of the goal gets clearer and clearer as the elicitation process proceeds through scenario authoring, goal refinement and goal decomposition. However, the case study shown that it is best to make a precise, formal statement of the goal as early as possible. The goal template was useful from this respect. Indeed, according to M29, 50% of incorrect goals could be detected owing to the goal template. Furthermore, we found out that all the parameters of the goal template are not necessarily needed in every goal. Based on the experiment acquired with the case study, the approach was improved to classify goal templates on the linguistic property of the verb and it so turns out that all members of a class have the same set of parameters. This provided the potential for introducing more refined guidance in goal formulation, a property that has been exploited in the CREWS-*L'Ecritoire* prototype.

- *F32 : Exploring design options*

Our experiment from the case study is that focussing the attention of engineers on key factors and then providing automated support facilitates the envisionment of a large number of alternative designs. In the BPR domain, this is crucial for the envisionment of the future system. However, this exhaustive generation of alternatives is very difficult to practice manually. For example, in one case, the manual approach came up with only 7 alternatives whereas 108 alternatives were generated using the CREWS approach, out of which eventually only 40 were relevant. On average, M31 showed that rule A1 could guide the discovery of 4 to 6 times more adequate design options than initially proposed. Evidently, there is a combinatorial explosion problem in the generation of alternatives. Yet, from the requirements engineering point of view, the larger the number of alternatives explored, the better it is. Our experiment is that it is not possible to focus attention of stakeholders on a very large number of alternatives, typically above 20. Therefore, it was necessary to modify the approach to mitigate the combinatorial explosion. Two solutions were incorporated, (a) automatic elimination of goals (those having contradictory parameters), and (b) goal classification to limit the number of goal parameters.

- *F35 : Changing level of abstraction*

As pointed out by A. Lamsweerde, goal operationalisation often requires a change in the level of abstraction. Our case study experiment is that finding refined goals was difficult in some cases. This is similar to the experiment reported by Cockburn. This difficulty was reduced by introducing in our approach, three pre-defined levels of abstraction, contextual, functional, and physical. These three levels provide a framework for the gradual transformation of high level enterprise goals into goals that could be related to business processes. In this framework, 80% of the expert solution could be retrieved by successive application of the refinement strategy on a single high level goal (M34). The contextual level was found to be particularly useful in ELEKTRA because it provided a means to concretise high level goals by service scenarios that identify the key agents and the services that one requires from the other. In fact, a number of levels of abstraction within both the contextual and service levels were found necessary.

- *F3 : Goal discovery*

In this experiment we found that the distinction between the refinement, composition, and alternative strategies provides a way of mastering the complexity of the goal operationalisation and elicitation process. Refinement looks for goals which allow the operationalisation of a higher level goal. The alternative strategy helps in discovering different manners for achieving the same goal which can be seen as the different variations of a use case. The composition strategy helps in discovering goals which are necessary for the entire system to function such that each goal corresponds to a different use case. Thus the attention of the stakeholders is focussed on one problem at a time. The evaluation of M32 and M33 showed the usefulness of both composition and alternative stategies as 50% (respectively 80%) more new complementary (resp. alternative) goals could be discoveed using the adequate rules.

- *F6 : Working in a top down manner*

The experiment gained in the case study is that the bi-directional coupling of goals and scenarios in the CREWS- *L'Ecritoire* approach makes it possible for the elicitation process to be proactively and systematically guided through an iterative cycle consisting of goal analysis, scenario authoring, and goal elicitation through scenario analysis. Quite obviously, this leads to a systematised top-down goal discovery which helps mastering the complexity of the process. The experiment showed that 11% of missing goals and redundant goals could be identified in the solution by using this way of working (M35) .As a side effect of this, the issue of initial goal identification is also addressed. This is because the systematisation of the process permits to start with one single high level goal ('*Run PPC in a TPA manner*' in our case study) and its associated scenario and to progressively and systematically derive the entire hierarchy of goals from this scenario. Thus we could avoid dealing with a large number of goals at the same time.

When traversing the bi-directional coupling in the forward direction, i.e. from goal to scenario, we found that the scenario attached to a goal helps in finding the right goal. This is obtained in exchange of careful scenario authoring and analysis which according to M30 helps correcting 30% of fuzzy goals. Our experiment, that a large majority of goals can be discovered from scenario analysis, shows that perhaps this expense is worth the pay-off.

In the reverse direction the scenario associated to a goal facilitates (a) mastering the change in levels of abstraction, (b) discovering full system functionality and (c) finding functionality variants. Effect (a) happens because the scenario, by describing the dynamics of a goal, subsumes its operationalisation. Therefore, it becomes possible to develop mechanisms such as our refinement strategy to support the change in level of abstraction and to help in discovering goals at a lower level of abstraction. Similarly, effects (b) and (c) occur on account of statements which permit reasoning on dependent and alternative dynamics respectively. Therefore strategies such as our composition and alternative ones can be defined to deal with the discovery of dependent and alternative dynamics.

Thus it can be seen that movements in the forward and reverse directions are mutually reinforcing. The meeting point of these movements is a scenario. Clearly the analysis of a scenario becomes crucial and therefore, the issue of scenario fitness arises in the coupling-driven approach. In fact, in our experiment, almost as much work was required in developing strategies for scenario analysis as for ensuring scenario fitness.

6.5 T : Tutorials

According to the estimation of the subjects who participated to the tutorial, a duration of 2 hours is necessary to get familiar with the tool (M36). However, we observed that around half a day was necessary for the subjects to apply correctly the approach using the tool.

The acceptability by subjects was very high : 53 improvements were proposed on the tool, out of which only 22% were corresponding to observed tool failures, and 10 were at the approach level. Numerous positive comments were given by the subjects on both the tool and approach. These are summerised in the following list (M37 = 20).

Positive comments on the approach :

- CREWS-*L'Ecritoire* reduces overhead cost of scenario development by balancing it according to the 3 predefined levels of abstraction. Considering each level of abstraction during one of the following traditional software development stages (requirements specification, functional specification, detailed design) has several advantages : the costs can be more easily distributed between stages, the development times get more balanced, the knowledge is shared more easily between development teams and with the customer, the choice of priority scenarios to develop is clearer, the customer has no surprises with budget, at the lower level the work gets more diversified and enriching.
- CREWS-*L'Ecritoire* allows to stimulate the reflection of customers and designers on all cases that can be derived from the description of an initial goal or of a normal scenario.
- The tool helps analysing requirements by a mutual and consensual way of working.
- The use of high level goals enables creativity, and exhaustively. It allows also to clarify the strategy of the enterprise.
- Rule A1 allows to discover design options that would not be envisaged otherwise, and to select the system goals on the basis of a more exhaustive and careful evaluation and comparison of possible design options.
- The goals are simple, there is no need to use technical terms. Actually, the simpler the expression of goals is, the richer and more alive is scenario creation.
- The <goal –scenario> association allows to verify the pertinence of the assigned goals and of the means affected to their achievement. Therefore, different manners to achieve a single goal can be explored, evaluated and compared.
- The use of natural language both in the description of goals and in the description of scenarios offers an excellent way to express requirements.
- The formalisation allows common and unambiguous description of goals and scenarios. This CREWS-*L'Ecritoire* feature could be used in other contexts, e.g. the authoring of juridical texts.
- Style and content guidelines are useful to express elementary actions in an homogeneous way, they are also useful to interpret the errors detected by the tool during scenario verification
- The gain (in terms of easiness of use, of time, and of comprehensability of the tool) caused by structured scenario writing (Excel spreadsheet) can be immediately observed.
- The iterative principle of the approach leads the user to push his reasoning. The user is guided and must always precise its thought with, as immediate output, the discovery of new objectives.
- Some gaps of other approaches are filled by the CREWS-*L'Ecritoire* approach : e.g. in OOSE when one has to write a scenario, how to write it ?
- The greater the number of scenarios to consider is, the more important is the role played by the approach to synthesise the whole collection.

- CREWS-*L'Ecritoire* helps the various system users and requirement engineers to produce a more global vision of the system
- The approach helps asking the right questions about the interactions between the system and its users

Positive comments on the tool :

- The tool makes the CREWS-*L'Ecritoire* approach more easy to understand.
- The tool minimises the risks taken by the enterprise during the definition of its users' requirements, or of its product strategy, by enabling awareness of gaps, and by concretising requirements with scenarios.
- The automation provided by the tool makes the user comfortable with the process.
- The learning of the tool is natural all along the application of the rules.

Besides this, we devided the list of improvements proposed by subjects into four parts : (i) improvements concerning the approach level, (ii) propositions of new tool features or of improvement of existsing features, (iii) possible improvements of the tool ergonomy, and (iv) tool failures which should be handled in nexts versions of CREWS-*L'Ecritoire*.

Improvements of the approach

- Define a list of adapted problem domains.
- Define metrics to evaluate the financial payoff of the approach.
- Make requirement chunks reusable from a requirement chunk hierarchy to another.
- Rule A1 could be further enriched by using previous applications to other goals and/or domain knowledge.
- Rule A1 could make use of priorities between goal parameters to emphasise the most important design options. It should be also possible to manage incompatible goal parameters to remove non feasible goals, or to manage the combinations of goal parameters which are the most meaningful to emphasise the goals generated using these combinations.
- Make extensions informing the marketing strategy of the analysed product.
- Provide goal writing guidelines.
- Introduce templates to write goals as well as scenarios.
- Automate the discovery of system objects by systematic analysis of physical scenarios. The discovered objects would inform the object model to be described in a following stages of the project.
- Enhance the guidance of scenario writing by using domain knowledge.

Propositions for new tool features or improvements of existing tool features

- Include in the tool an on-line help, a manual, a wizard, or a tutorial with one or several examples. Help files could include the definition of the goal structure, of the scenario structure, use guidelines for each window, an overall description of the way of working, etc.

- Provide an ‘undo’ feature, give the ability to return to the previous step performed, allow to change a goal after it has been described, allow to change a scenario even if already conceptualised. These features could be also completed by a locking mechanism allowing or hindering the modification of a requirement chunk.
- Remove requirement chunks from the “RC states” window once all the analysis rules have been applied to them.
- Give to the user the ability to add new scenario linguistic verification rules and to customise the existing ones.
- Adapt the scenario linguistic analysis features for an automated analysis of goals. In particular, identify automatically the main verb of a goal during the application of rule A1.
- Provide the usual features of workflow products. In particular, support a co-operative exploration of the requirement chunk collection. Manage single users / teams. Allow parallel analysis of a single scenario, and parallel writing of several scenarios. Give the ability to manage access to the requirement chunks in function of the level of abstraction at which the user is. Detect automatically contradictory results across users Trigger negotiation when multiple users are interested in the same requirement chunk. Support negotiation with vote, forums, etc.
- Emphasise the payoff by coupling the tool *L'Ecritoire* with other modelling tools available on the market. In particular, integration with the tools DOORS, and ROSE can be envisaged if one assimilates the concepts of *goal* and *scenario* (used in *L'Ecritoire*) to the concepts of *feature* and *use case* (used respectively in DOORS and ROSE).
- Complete the trace with scenarios written in a structured way (using Excel spreadsheet).
- Let the project glossary be enriched by domain oriented definitions of the terms. These definitions could be reused from a project to another, or be used as a support to use case indexing.
- Provide an automatic and customisable reporting feature combining the existing trace to other information the tool could or do already manage (project glossary, domain definitions, etc).

Propositions for improvements of the tool ergonomy

- Propose customisable keyboard shortcuts.
- Display counters to keep the user aware of the number of goals he has elicited, of the number of goals the tool helped him/her to discover, etc.
- Display graphically use cases. Automate the integration of alternative scenarios so as to display use case descriptions as structured texts.
- Provide visual features to display the requirement chunks hierarchy.
- Use the MS-Windows standards for : hotkeys, menus, drag and drop, double click to select/modify an element, but make the tool independent of MS-Office.

- Complete the names of windows with specific terminology used in the CREWS-C2 papers (e.g. rule names).
- Use carefully the term "alternative" in the French version of the tool.
- Separate in the tool menus the features dedicated to goals and those dedicated to scenarios.
- Manage different scenario presentations during scenario authoring (e.g. accept each sentence written in a new line instead of imposing the use of a dot at the end of each sentence).
- In all rules, allow the selection of the goals of interest by drag and drop.
- Give the user the ability to copy the list of goals generated by rule A1 and to paste it in an office tool for further discussion.
- Display the chronological account of the rules that have been applied and of the requirement chunks on which they have been applied.
- Automate rule C1 (consuming/producing) by displaying when the window opens the list of objects identified in the analysed scenario. Similarly, display automatically the list of actions of which a given object is parameter.
- Give the user the ability to edit the collection of requirement chunks, i.e. to add a requirement chunk, to remove a requirement chunk, to change the level of abstraction of a requirement chunk.
- Provide hypertext features to let the user navigate in the collection of requirement chunks displayed in the "RC states" window.
- It should be possible to save different projects and to open them separately.
- It should be possible to open several projects at the same time, to import elements from a project to another, and to specify knowledge that can be shared between projects or not.
- Combine the numbers already generated by the tool with the requirement chunks levels of abstraction to index them.
- The errors detected in scenarios during the linguistic verification should be explained : by pointing to the guideline which has been violated, and by emphasising (e.g. underline) the part of the scenario which is incorrect
- During scenario authoring, it should be possible to treat separately the collection of atomic actions and the flows of actions. In particular, it should be possible to specify the constraints after having written the scenario.
- In rule A2, remove or darken missing cases which have already been analysed.

Reported failures to be handled in upcomming versions of the tool

- It should be possible to resize windows.
- Goals are not always displayed entirely in the "RC states" window.

- Errors are not *systematically* handled.
- Rule A1 should allow to type the alternative goal parameters in any order. It should be possible to modify an alternative parameter. The removal of an alternative parameter in rule A1 may generate an error.
- The dictionary on which scenario linguistic analysis is based should be enriched systematically by all terms described in the project glossary of terms.
- All the fields available in the Excel spreadsheet for structured scenario writing should be systematically checked. It should also be possible to check the terminology used in the scenarios written with the Excel spreadsheet.
- The generation of too many goals using A1 may generate an error.
- It should be possible to apply rule A1 to a goal selected in the "RC states" window
- It should be possible to modify the syntactic definition of a term in the dictionary used for linguistic analysis.
- The list of goals generated using A1 should be updated (and not augmented) when the user modifies the list of parameters.
- In MS-Word, the language has to be set manually to 'English (UK)' for a correct verification of the terms under CREWS-*L'Ecritoire.*
- The tool should be customisable. For instance it should be possible to install it in another directory than C:\crews

Appendix 1A : List of companies involved in the workshops

Workshop dates : 15, 18, 22 May 1998

Organisation	Domain	Name	Age	Function
3 IP	SSII	Toko G.	33	Ingénieur d'applications
AGEFIPH	Association gestion de fonds	Collin G.	31	Responsable informatique
AIRIAL	SSII	Anezar R.	37	Directeur de projet
Alcatel Alsthom	Telecom recherche	Staroswiecki T.	51	Ingénieur qualité
AT&T Electronic Commerce	Hébergement et applications	Issa K.	32	Ingénieur d'études
ATOS Ingénierie		Mironneau V.	39	Chef de projet
AURUS Technologies	Bureau d'études techniques	Chalabi D.	33	Consultant
AXIME	SSII - Infogérance	Tran A.	43	Chef de projet
Banque SBA	Banque	Anroine J.C.	36	Responsable informatique
Banque SOFINCO		Lombard B.	31	Chargé d'études en organisation
Bourdais Expertise	Expertise immobilière	Dellac P.	42	Responsable informatique
CAP Gemini France	SSII	Marin F.	34	Chef de projet
CAP Gemini France	SSII	Vo Quang Truong A.	45	Ingénieur concepteur
CNASEA		Bachelier G.	38	Animateur
CNETI	Informatique bancaire	Massiot J.P.	35	Analyste d'études
CPAM	Assurance maladie	Rosec O.	39	Sous-directeur
Crédit local de France	Finance	Verdier P.	45	Chargé d'étude
CRITERES Ingénierie	SSII	Setayesh N.	38	Ingénieur d'étude et de développement
CTI Champagne-Ardenne-Lorraine	Centre Informatique CPAM	Guillautin M.H.	42	Directeur Informatique
DIAGRAM France	Editeur de logiciels	Januario O.	34	
ECSA	SSII	Etia E.	37	Chef de projet
Europe Informatique	SSII	Fauchier J.P.	31	Analyste réalisateur
GAN		Kerebel P.	37	Responsable SI
GFK Marketing Services	Etudes marketing	Benaut F.	36	Responsable du service production informatique
Hopital R. Poincarré		Tardy J.	37	Médecin en charge de la médicalisation du SI
Hotel de Ville		Seguret J.M.	34	Responsable SI
institut Medico-Eductaif	Ensignement et éducation	Ecijac J.	43	Psychologue
InterTechnique	Equipement aéronautique	Philippon J.	38	Ingénieur chef de projets
LYD Informatiquer	Infogérence	Werderer R.	37	Administrateur réseaux informatiques
MATIA	SSII	Dejean J.	43	Ingénieur d'étude
MC Donald's France	réstauration rapide	Xiberras J.M.	36	Responsable qualité
Ministère de la défense		Abadie J.M.	36	Analyste
Ministère de la défense		Mouchet A.	39	Chef de projet
Ministère de la défense		Serein F.	28	Administrateur de données
Ministère de l'économie (DGI)		Guillaumin B.	36	Ingénieur architecture logicielle
Mistèree de la défense		Monard P.	40	Adjoint au chef de la division logistique
Rectorat de Versailles	Education nationale	Fruchon X.	37	Attaché d'administration
SECTEUR	Bureau d'études	Bouyayad Agha Y.	30	Ingénieur d'étude
SEMA Group	SSII	Bellaiche A.	33	Analyste
Siemens	Réseau, imagérie médicale	Denis J.P.	34	Ingénieur produit

Société Générale		Sallon A.	32	Correspondant projet
Steria	SSII	Aubry J.	47	Analyste
STIME	Traitement informatiqure à façon	Naji S.	32	Analyste d'exploitation
TeamLog	SSII	Mercier A.	40	Consultant en informatique
Téléprocess		Neymarck Y.	31	Consultant
Thomson facilities management		Gregoire M.	40	Ingénieur systèmes
Thorn Europhane		Gue S.	34	Chef de projet
Toshiba		Screve T.	30	Ingénieur systèmes
TOTAL	Raffinage et distribution de produits pétroliers	Eichler I.	34	Chef de projet
UNISYS France	Construction informatique	Lam T.H.	41	Chef de projet
United Parcel Service	Transport messagerie express	Saignasith P.	41	Responsable application
		Rachelson P.	48	Consultante gestion de projets

Others companies to which the CREWS-*L'Ecritoire* was presented :

CIS Bio International,

Datan,

Kennedy Carter,

Lucent Technologies,

Quintec,

ReMIT,

Requirements Engineering Ltd,

System Architect,

Appendix 1B : Post-workshop questionnaire

CREWS-*L'Ecritoire*

Evaluation file

Name :

Date :

- The CREWS-*L'Ecritoire* approach is based on the bi-directional exploitation of the goal-scenario relationship. How do you evaluate the *pertinence of this relationship*

  1. forward : concretising a goal by writing a scenario

     [1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7]

  2. backward : discovering a new goal by analysing a scenario

     [1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7]

- How do you evaluate the *usefulness*

  1. of the CREWS-L'Ecritoire approach in general

     [1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7]

  2. of the scenario writing guidelines

     [1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7]

  3. of the scenario transformation rules

     [1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7]

  4. of the goal discovery rules

     [1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7]

  5. of the requirement chunk organisation as a hierarchy of <goal, scenario> couples

     [1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7]

- How do you evaluate the contribution of the approach ?

  1. The overall methodological aid

     [1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7]

  2. The top-down guidance of requirements elicitation

     [1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7]

     Do you think a bottom-up feature would be useful as well ?

     [Yes] [No]

  3. The guidance of alternative goal discovery by means of rule A1

[1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7]

4. The guidance of <goal, scenario> couples discovery to ensure use case completeness

   [1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7]

5. The guidance of <goal, scenario> couples discovery to ensure the completeness of an application (use case family covering all the required functions of a system)

   [1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7]

6. The vertical tracking of the requirements along three levels : strategic goals, functional goals, technical goals

   [1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7]

7. The linguistic analysis ensuring the transformation of prose into a structured, complete and unambiguous text

   [1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7]

8. The definition a priori of the three levels of abstraction (behavioural, functional, physical)

   [1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7]

- Do you think it would be useful to predefine other levels of abstraction? If yes, which ?

- In light of your experience, quote *examples of applications* in which this technique would be useful ? Whenever possible, associate to each application one or several of the aforementioned elements which explain the usefulness of the CREWS-L'Ecritoire approach.

- Which *complement/adaptation* do you wish to see on this approach ?

Appendix 2A : Documents used during empirical study ES1

A. Pre-test Questionnaire

Pre-test questionnaire were used to balance subjects across groups. They were thus filled in by all subjects prior to undertaking the task.

Name :	Male/Female : Age :

Previous systems analysis an design experience :

Application / System	Industry or Academic Experience:	Number of Years:

Previous programming experience :

Application / System	Industry or Academic Experience:	Number of Years:

How often do you shop in supermarkets ?

Appendix 2A : Documents used during empirical study ES1

B. Experimenter Instructions

The following text was given to all subjects at the start of the exercise in both written form and as a statement read out by the experimenter.

Welcome. In this exercise you will be asked to write a use case to describe typical interaction between a user and a system that most of you will be familiar with. The exercise is in two parts. First, you will be given a simple problem statement and asked to write the use case for it. This will last one hour. Second, you will then be given a simple questionnaire which you should complete about the use case. This will take about 10 minutes. You are then free the leave.

During the first part of the exercise, write your use case on the sheets of paper provided. If there are any parts of this interaction that you cannot recall or are not familiar with, please make assumptions and add these assumptions to a separate piece of paper that we shall collect at the end of the exercise.

We would like you to try and write a use case which is as correct, complete and precise as possible. You have one hour to write the use case. This should be sufficient time to write a correct, complete and precise use case. Please use all of the time available to complete the use case. Imagine that the use case will later be used to acquire important requirements for the system. Therefore, please write the use case in text form. Furthermore, most of you have been provided with guidelines for how to write use cases, above and beyond advice given as part of the method. Please use these guidelines as you see fit to ensure that the use case is correct, complete and precise.

Please ask the instructor any questions if you are unsure about how to proceed. Do not communicate with others during the exercise. If you are unclear about the problem domain under analysis, make assumptions and write them on a separate sheet of paper. The instructor shall collect all use cases and assumptions at the end of the exercise. Does anyone have any questions before we start?

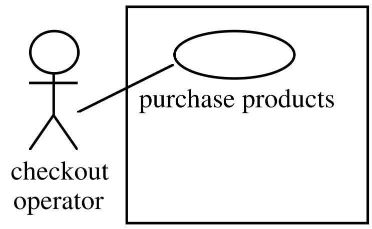
OK. Good luck. You have one hour to write the use case. Please turn over the page and read the problem statement and guidelines for writing the use case.

Appendix 2A : Documents used during empirical study ES1

C. Subjects' Instructions

The supermarket checkout problem domain was chosen so that subjects had sufficient background knowledge of the target domain to undertake the task. The problem statement was simple and read:

A supplier of supermarket checkout machines is to produce a new checkout machine. It wants to use UML notation to develop the software system in the machine. A requirements analysis has revealed a number of important functions. A checkout operator must use each checkout machine to record purchases and receive payments from customers (including the use of club cards, payment using credit cards and the printing of receipts). An operator must also be able to use the checkout to call the store manager when problems arise. The store manager can use their own login code to override previous functions on the checkout machine. The use case model for the system including all actors and use cases is shown.



Please produce a use case description for the use case for handling customer purchases. Show the basic course and all relevant alternative courses. Please remember there is no one right answer, so make all relevant assumptions clear.

Appendix 2.B complete set of scores according to metrics for empirical study ES1

Appendix 3A : Documents provided to the subjects during empirical study ES2

DOCUMENT D'EVALUATION

DE

L'APPROCHE CREWS-L'Ecritoire

L'évaluation est organisée en plusieurs étapes. A chaque étape, une facette de l'approche CREWS-*L'Ecritoire* est évaluée.

Nous rappelons que dans cette évaluation ce n'est pas le candidat qui est évalué mais l'apport de l'approche. La méthode choisie pour l'évaluation consiste à demander au candidat de faire deux fois le même test, une première fois sans aucune connaissance des règles et des concepts de l'approche CREWS et une deuxième fois après avoir acquis cette connaissance.

Pour que l'évaluation donne des résultats fiables, il faut que le candidat ne regarde pas les pages qui suivent le test qu'il est en train de faire et qu'il ne corrige pas après coup les réponses qu'il a déjà faites. L'ordre dans lequel sont proposés les tests est très important et doit être respecté.

Informations générales sur le candidat :

Nom :

Prénom :

Age :

Sexe :

Formation :

Expérience professionnelle : (préciser la nature et la durée)

Etape 1 : Formuler des buts et Découvrir des buts alternatifs

Test A : **Durée : 5 mn**

Dans le cadre de l'analyse des besoins, le responsable d'un vidéoClub formule ses besoins par le texte suivant :

Un VidéoClub veut améliorer les services qu'il offre à ses clients en fournissant un service de location de cassettes Vidéo disponible 7 jours sur 7 et 24 heures sur 24 au moyen d'une borne interactive. Nous vous rappelons que les services habituels d'un vidéoClub sont l'inscription d'un nouveau client, la location de cassettes vidéo et le renouvellement d'abonnement d'un client.

Question : Nous vous demandons d'identifier les cas d'utilisation. On vous suggère de nommer le cas d'utilisation comme un but que l'acteur de ce cas cherche à satisfaire par l'usage du système.

Etape 1 : Formuler des buts et Découvrir des buts alternatifs

Test B : **Durée : 5 mn**

Nous vous donnons la liste de besoins suivants :

- Emprunt d'une cassette vidéo
- Restitution d'une cassette vidéo
- Le client renouvelle son abonnement
- Améliorer les services offerts aux clients d'un vidéoClub
- Posséder une carte
- Disponible 7 jours sur 7
- Résistant aux pannes
- Être à proximité du VidéoClub
- Avoir un magasin de cassettes et un lecteur de code à barre

Question : Identifier dans cette liste les expressions qui selon vous, correspondent à des buts que le système doit permettre de satisfaire. Mentionner celles qui correspondent à des cas d'utilisation. Reformuler l'expression si vous le jugez utile pour qu'elle corresponde à un but.

Etape 1 : Formuler des buts et Découvrir des buts alternatifs

Test C : **Durée : 5 mn**

Le responsable d'un VidéoClub désire améliorer les services offerts aux abonnés du VidéoClub. Une solution envisagée est de :

Fournir la location de cassettes vidéo à partir d'une borne interactive à carte.

Question : Formuler des solutions alternatives à celle qui est exprimée par le but ci-dessus.

EXPLICATION SUR LA FORMULATION DES BUTS (7 mn)

Un but est défini comme un objectif à atteindre. On suggère de formuler un but selon la structure présentée à la Figure 1. Une expression de but est composée d'un verbe et d'un ou plusieurs paramètres, chaque paramètre jouant un rôle particulier à l'égard du verbe. Il y a quatre types de paramètres, certains parmi eux ont des sous-types.

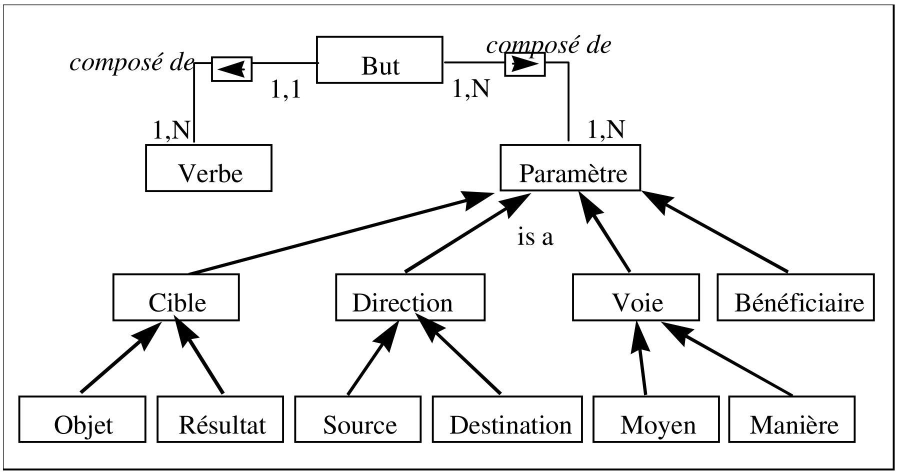


Figure 1 : La structure de but

- La *cible* (Cib) concerne les entités affectées par le but. Il y a deux types de cibles : l'objet et le résultat. L'*objet* (Obj) définit une cible qui existe déjà avant la réalisation du but. Par exemple dans le but :
  "Introduire (la carte)$_{Cib}$" ou plus précisément *"Introduire (la carte)$_{Obj}$"*

la cible *"la carte"* est un objet, car il existe déjà avant que le but *"Introduire"* soit réalisé.

- Le *résultat* (Res) définit une cible qui n'existe pas avant que le but soit atteint, ou une cible qui est une entité abstraite qui devient concrète après la réalisation du but. Par exemple, dans le but :
  "Imprimer (le reçu)$_{Cib}$" ou plus précisément "Imprimer (le reçu)$_{Res}$"
  "le reçu" est le résultat de la réalisation du but *"Imprimer"*.
- Deux types de *directions* (Dir) appelés la *source*(So) et la *destination (*Des) identifient respectivement l'endroit initial et final de l'objet. Par exemple, dans les buts suivants :
  "Trouver (les synonymes)$_{Res}$ (dans le dictionnaire)$_{So}$"
  "Afficher (le message d'erreur)$_{Res}$ (au client)$_{Des}$"

"le dictionnaire" est la source pour trouver *"les synonymes",* la destination de l'affichage du message est *"le client"*.

- Le *moyen* (Moy) décrit l'entité qui sert d'instrument pour atteindre le but. Par exemple, dans le but
  "Fournir (le service de recyclage des bouteilles)$_{Res}$ (avec une machine de recyclage à monnaie)$_{Moy}$"

"une machine de recyclage à monnaie" est un moyen pour *"Fournir le service de recyclage des bouteilles"*

- *La manière* (Man) définit comment le but peut être satisfait. Par exemple, dans le but :
  "Identifier (les objets du système)$_{Res}$ (en analysant les cas d'utilisation)$_{Man}$

"en analysant les cas d'utilisation" est la manière pour satisfaire le but *"identifier les objets du système"*.

- *Le bénéficiaire* (Ben) est une personne (ou un groupe de personnes) pour qui le but doit être atteint. Par exemple, dans le but :
  "Fournir (le service de recyclage des bouteilles)$_{Res}$ (aux clients du supermarché)$_{Ben}$ (avec une machine de recyclage à monnaie)$_{Moy}$" les *"clients du supermarché"* sont les bénéficiaires du but.

Etape 1 : Formuler des buts et Découvrir des buts alternatifs

Test D : **Durée : 5 mn**

Nous vous proposons de refaire le test B de cette étape en vous aidant des explications relatives à la formulation d'un but précédemment fournies.

Reprenons la liste du test B :

- Emprunt d'une cassette vidéo
- Restitution d'une cassette vidéo
- Le client renouvelle son abonnement
- Améliorer les services offerts aux clients d'un vidéoClub
- Posséder une carte
- Disponible 7 jours sur 7
- Résistant aux pannes
- Être à proximité du VidéoClub
- Avoir un magasin de cassettes et un lecteur de code à barre

Question : Identifier dans cette liste les expressions qui selon vous, correspondent à des buts que le système doit permettre de satisfaire. Mentionner celles qui correspondent à des cas d'utilisation. Reformuler l'expression si vous le jugez utile pour qu'elle corresponde à un but conformément à la structure prédéfinie.

EXPLICATION SUR LA REGLE A1 DE DECOUVERTE DE BUTS ALTERNATIFS (7 mn)

On vous suggère la règle A1 de découverte de buts alternatifs suivante :

But :	Découvrir (à partir du but B)$_{So}$ (les buts alternatifs au B)$_{Res}$ (en analysant la structure du but B)$_{Man}$
Corps :	Etape1 : Réécrire le but B selon la structure de but prédéfinie Etape2 : Proposer des alternatives à tous les paramètres du but B Etape3 : Composer toutes les combinaisons possibles des paramètres Etape4 : Evaluer et sélectionner les buts adéquats Etape5 : Les buts sélectionnés sont alternatifs les uns des autres.

Commentaire :
La règle A1 utilise le but B (à partir de but B)$_{So}$ pour découvrir des buts alternatifs de B (les buts alternatifs de B)$_{Res}$. La stratégie de découverte (en analysant la structure du but B)$_{Man}$ exploite la structure de but prédéfinie présentée précédemment. L'ingénieur des besoins doit identifier les paramètres du but. Par exemple, l'expression informelle du but *"Fournir des services de recyclage"* doit être réécrite de la manière suivante (Etape1) :

"Fournir (des Services de Recyclage)$_{Cib}$ (à nos clients)$_{Des}$ (avec une MR[1] à reçu)$_{Moy}$"

La structure de but prédéfinie suggère d'autres buts ayant des valeurs différentes des paramètres ou comportant d'autres paramètres que ceux qui sont présents dans l'expression initiale du but. Des alternatives sont générées pour chaque valeur d'un paramètre du but (Etape2). Les nouveaux buts sont générés par combinaison des nouvelles valeurs des paramètres (étape 3). Dans l'étape 4, l'ingénieur doit évaluer les nouveaux buts et choisir ceux qui sont pertinents.

B1 : *"Fournir (des Services de Recyclage de bouteilles)$_{Cib}$ (aux clients du supermarché)$_{Des}$ (avec une MR à reçu)$_{Moy}$"*
A l'étape 2, vous devez proposer des alternatives pour chaque paramètre de la structure du but B1 en gardant le même verbe. Pour le verbe *"fournir"* vous devez proposer d'autres cibles, bénéficiaires et moyens qui soient alternatifs de ceux de départ. Vous devez choisir les valeurs pertinentes comme par exemple :

Paramètre	**Valeurs alternatives**
cible : des Services de Recyclage (SR) de bouteilles	SR de boîtes SR de cageots SR de bouteilles et de boîtes SR de bouteilles, de boîtes et de cageots
destination : aux clients du supermarché	à tous les clients
moyen : avec une MR à reçu	avec une MR à carte avec une MR à monnaie

Dans l'étape suivante on vous demande de construire toutes les combinaisons possibles avec les nouvelles valeurs des paramètres pour obtenir de nouveaux buts (Etape3). 29 nouveaux buts sont identifiés :

$B1^1$. "Fournir (le SR de bouteilles et de boîtes)$_{Cib}$ (aux clients du supermarché)$_{Des}$ (avec une MR à reçu)$_{Moy}$"
$B1^2$. "Fournir (le SR de boîtes)$_{Cib}$ (aux clients du supermarché)$_{Des}$ (avec une MR à reçu)$_{Moy}$"
$B1^3$. "Fournir (le SR de cageots)$_{Cib}$ (aux clients du supermarché)$_{Des}$ (avec une MR à reçu)$_{Moy}$"
$B1^4$. "Fournir (le SR de bouteilles, de boîtes et de cageots)$_{Cib}$ (aux clients du supermarché)$_{Des}$ (avec une MR à reçu)$_{Moy}$"
$B1^5$. "Fournir (le SR de bouteilles)$_{Cib}$ (à tous les clients)$_{Des}$ (avec une MR à reçu)$_{Moy}$"
$B1^6$....
$B1^{10}$. "Fournir (le SR de bouteilles)$_{Cib}$ (aux clients du supermarché)$_{Des}$ (avec une MR à carte)$_{Moy}$"
$B1^{11}$. "Fournir (le SR de bouteilles et de boîtes)$_{Cib}$ (aux clients du supermarché)$_{Des}$ (avec une MR à carte)$_{Moy}$"
$B1^{12}$. ...
$B1^{15}$. "Fournir (le SR de bouteilles)$_{Cib}$ (à tous les clients)$_{Des}$ (avec une MR à carte)$_{Moy}$"
$B1^{16}$. "Fournir (le SR de bouteilles et de boîtes)$_{Cib}$ (à tous les clients)$_{Des}$ (avec une MR à carte)$_{Moy}$"
$B1^{17}$....

[1] MR : Machine à recyclage

$B1^{20}$. "Fournir (le SR de bouteilles)$_{Cib}$ (aux clients du supermarché)$_{Des}$ (avec une MR à monnaie)$_{Moy}$"
$B1^{21}$. "Fournir (le SR de bouteilles et de boîtes)$_{Cib}$ (aux clients du supermarché)$_{Des}$ (avec une MR à monnaie)$_{Moy}$"
$B1^{22}$....
$B1^{25}$. "Fournir (le SR de bouteilles)$_{Cib}$ (à tous les clients)$_{Des}$ (avec une MR à monnaie)$_{Moy}$"
$B1^{26}$. "Fournir (le SR de bouteilles et de boîtes)$_{Cib}$ (à tous les clients)$_{Des}$ (avec une MR à monnaie)$_{Moy}$"
$B1^{27}$....
$B1^{29}$. "Fournir (le SR de bouteilles, de boîtes et de cageots)$_{Cib}$ (à tous les clients)$_{Des}$ (avec une MR à monnaie)$_{Moy}$"

Les buts obtenus définissent des choix alternatifs. Dans l'étape 4, vous devez évaluer leur pertinence. Supposons que vous choisissiez le but $B1^{11}$ *"Fournir (le SR de bouteilles et de boîtes)$_{Cib}$ (aux clients du supermarché)$_{Des}$ (avec une MR à carte)$_{Moy}$"*.

Etape 1 : Découvrir des buts alternatifs

Test E : **Durée : 5 mn**

Nous vous proposons de refaire le test C en vous aidant de la règle de découverte de buts alternatifs.

Le responsable d'un VidéoClub désire améliorer les services offerts aux abonnés du VidéoClub. Une solution envisagée est de :

Fournir la location de cassettes vidéo à partir d'une borne interactive à carte.

Question : Formuler des buts alternatifs en appliquant la règle A1.

Etape 2 : Découvrir les buts réalistes

Test A : **Durée : 5 mn**

Considérons le cas du Vidéoclub qui envisage de s'équiper d'une borne interactive à carte. Les services offerts par cette borne nécessitent une carte spéciale.

Le responsable de ce Vidéoclub vous énonce le but suivant :

Inscrire un nouveau client à partir de la borne interactive à carte

Question : Est ce que ce but est réaliste ? Justifier votre réponse.

EXPLICATION DU CONCEPT DE*"Fragment de Besoin" (10 mn)*

Le concept principal de l'approche CREWS-L'Ecritoire est appelé un *Fragment de Besoin* (FB). Un fragment de Besoin est un couple <But, Scénario>, où le scénario décrit comment le but peut être atteint.

Un scénario est "un comportement possible limité à un ensemble d'interactions entre plusieurs agents". Le scénario est composé d'une ou plusieurs actions. Une combinaison des actions dans un scénario décrit un chemin unique menant à l'état final à partir de l'état initial. Par conséquent, le comportement d'un système d'agents est décrit par un ensemble de scénarios. Les scénarios n'expriment pas tous les comportements possibles, mais ils sont suffisants pour exprimer la majorité des comportements.
Un scénario est caractérisé par un état initial et un état final. Un état initial attaché au scénario définit une précondition pour que le scénario soit déclenché. Par exemple, le scénario *"Déposer les bouteilles dans une machine de recyclage à carte dans le cas normal"* ne peut pas être déclenché si l'état initial exprimé par les deux conditions : *"L'utilisateur a une carte"* et *"La machine de recyclage est prête"* n'est pas vrai. Un état final définit l'état atteint à la fin du scénario. Par exemple, le scénario *"Déposer les bouteilles dans une machine de recyclage à carte dans le cas normal" mène à l'état final composé des sous états : "Le client a la carte"*, *"La machine de recyclage est prête"* et *"Le client a un reçu"*.
Il y a deux types de scénarios : normaux et exceptionnels. Le scénario normal permet d'atteindre le but associé, tandis que le scénario exceptionnel décrit le cas où le but n'est pas atteint. Le scénario associé au but *"Déposer les bouteilles dans une machine de recyclage à carte dans le cas exceptionnel quand la carte n'est pas valide"* est un exemple de scénario exceptionnel, car le but *"Déposer les bouteilles dans une machine de recyclage à carte"* n'est pas atteint.
Le scénario peut être décrit en utilisant deux types d'actions : les actions atomiques et les flux d'actions. Une action atomique est une interaction entre deux agents qui affecte certains objets. Chaque agent et chaque objet ressource peuvent participer à plusieurs actions atomiques. La phrase *"Le client insère la bouteille dans la machine de recyclage"* est un exemple d'action atomique. Cette action implique deux agents *"Le client"* et *"La machine de recyclage"*. Le paramètre *"la bouteille"* est un objet ressource.
Donc la phrase peut être exprimée sous la forme suivante :

(le client)$_{de\ agent}$ (insère)$_{verbe}$ (la bouteille)$_{ressource}$ dans (la machine de recyclage)$_{vers\ agent}$

Un flux d'actions est composé de plusieurs actions. La phrase *"Si le client demande le reçu, la machine à recyclage imprime le reçu"* est un exemple de flux d'actions. Le flux d'actions a une des sémantiques : séquence, alternative, répétition ou concurrence.

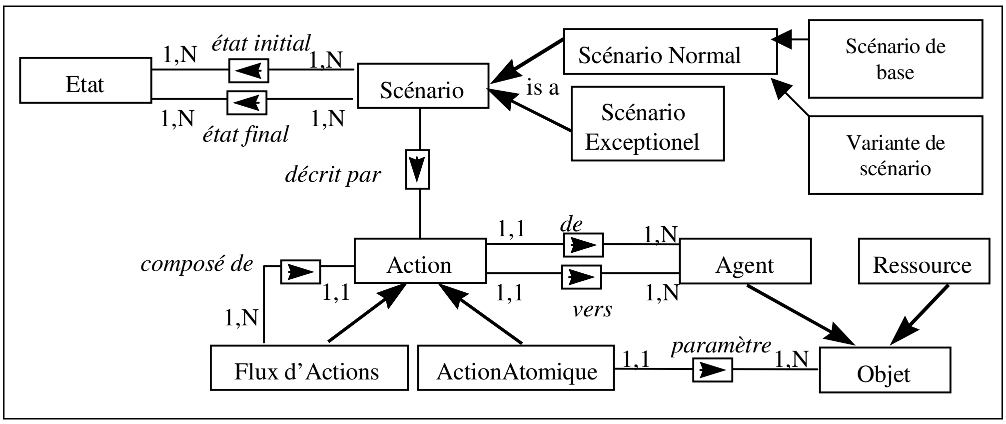


Figure 2 : La structure de scénario

Il y a plusieurs scénarios "normaux" décrivant le flux des interactions de base et les n variantes possibles de ce flux de base. Par exemple, *Déposer les bouteilles et les boîtes dans une MR à carte (sans reçu)$_{man}$ est une variante du cas de base : Déposer les bouteilles et les boîtes dans une MR à carte (dans le cas normal)$_{man}$.*

Un exemple de fragment de besoin :

Fragment de besoin F1 *: <But B1, Scénario SC1>*

<u>*Le but*</u> *B1 :*
« Déposer les bouteilles et les boîtes dans une MR à carte dans le cas normal »

<u>Le scénario</u> SC1 :

Etat initial : La MR est prête. Le client a une carte. le client a des articles à recycler.

1. Le client introduit la carte dans la MR
2. La MR vérifie la validité de la carte
Si la carte est valide
Répéter
3. Le client introduit un article dans la MR
4. La MR vérifie la validité de l'article
Si l'article est valide
5. La MR accepte l'article
Jusqu'à ce que le client appuie sur le bouton de "fin"
Si le client demande un reçu
6. La MR rend la carte au client
7. La MR imprime le reçu au client
Si le magasin d'articles n'est pas plein
8. La MR se met dans l'état "prête".

Etat final : La MR est prête. Le client a une carte.

Etape 2 : Découvrir les buts réalistes

Test B : **Durée : 5 mn**

Nous vous proposons de refaire le test A en vous aidant de la définition relative au fragment de besoin fournie précédemment.

Considérons le cas du Vidéoclub qui envisage de s'équiper d'une borne interactive à carte. Les services offerts par cette borne nécessitent une carte spéciale.

Le responsable de ce Vidéoclub énonce le but suivant :

Inscrire un nouveau client à partir de la borne interactive à carte

Question : Vous appuyant sur le scénario que vous avez déjà écrit, pensez-vous que ce but soit réaliste?

Etape 3 : Découvrir les buts de comportement alternatif

Test A: **Durée : 7 mn**

Nous vous proposons le fragment de besoin suivant :

Fragment de besoin F1<But B1, Sc1>

Le but B1 **: «** *Emprunter une cassette vidéo à partir d'une borne interactive à carte dans le cas normal »*

Le scénario Sc1:

Etat initial :
Le client a une carte.
La borne est en service.

Le client insère la carte dans la borne. La borne vérifie la validité de la carte.
Si la carte est valide, la borne vérifie la validité du client.
Si le client est valide*, la borne affiche une demande de saisie du titre du film souhaité par le client.
Le client communique le titre du film à la borne et la borne vérifie la disponibilité du film.
Si le film est disponible, la borne enregistre l'emprunt du film, éjecte la carte et la cassette au client.
Si le magasin de cassettes n'est pas vide, la borne se met dans l'état "en service".

Etat final :
Le client a une carte.
Le client a une cassette.
La borne est en service.

Question : L'objectif est d'obtenir une description aussi exhaustive que possible du comportement du cas d'utilisation "*emprunter une cassette vidéo*". Nous vous demandons d'identifier toutes les variantes et les cas d'exception du cas normal décrit ci-dessus.

---

* Le client est considéré « valide » lorsqu'il a payé son abonnement pour l'année, qu'il a moins de 3 emprunts en cours et aucun emprunt en retard.

Etape 3 : Découvrir les buts de comportement alternatif

Test B: **Durée : 5 mn**

Nous vous proposons le scénario suivant :

Etat initial :
Le client a une carte.
La borne est en service.

Le client insère la carte dans la borne. La borne vérifie la validité de la carte.
Si la carte est valide, la borne vérifie la validité du client.
Si le client est valide mais a plus de trois emprunts, la borne conseille au client de restituer une des cassettes empruntées avant d'en emprunter une autre. Dans le cas contraire, la borne affiche un message pour la saisie du film souhaité par le client.
Le client communique le titre du film à la borne et la borne vérifie la disponibilité du film.
Si le film est disponible la borne enregistre l'emprunt du film et éjecte la carte et la cassette au client.
Si le magasin de cassettes n'est pas vide, la borne se met dans l'état "en service".

Etat final :
Le client a une carte.
Le client a une cassette.
La borne est en service.

Question : Est ce que ce scénario est valide ? Justifiez votre réponse.

EXPLICATION SUR LA REGLE A2 DE DECOUVERTE DE BUTS DE COMPORTEMENT ALTERNATIF (10 mn)

On vous suggère la règle de découverte des variantes et des cas exceptions (A2)

La règle A2 de découverte :

But : Découvrir (à partir du FB <B, Sc>$)_{So}$ (les buts alternatifs du but B$)_{Res}$ (en analysant les conditions de flux d'événements dans le scénario Sc$)_{Man}$
Corps : Etape1 : Explorer la description du scénario pour identifier les conditions imbriquées.
Etape2 : Trouver les imbrications alternatives possibles.

Etape4 : Sélectionner les imbrications pertinentes et associer à chacune une manière spécifique afin d'identifier de nouveaux buts alternatifs de B.
Commentaire :
La règle A2 aide à découvrir des buts alternatifs du but B. Les nouveaux buts ont le même verbe, les mêmes paramètres (source, cible, destination, moyens) mais leurs manières sont différentes. Les buts *"Déposer les bouteilles et les boîtes dans une MR à carte dans le cas normal"* et *"Déposer les bouteilles et les boîtes dans une MR à carte dans le cas exceptionnel quand la carte invalide"* sont deux buts alternatifs que la règle A2 permet de découvrir. Cette règle propose d'extraire les conditions imbriquées du scénario initial (Etape1). Dans le scénario associé au but *"Déposer les bouteilles et les boîtes dans une MR à carte dans le cas normal"* il y a quatre conditions imbriquées :

1. Si la carte est valide
2. Si l'article est valide
3. Si le client demande un reçu
4. Si le magasin d'article n'est pas plein

Le but B1 :
"Déposer les bouteilles et les boîtes dans une MR à carte dans le cas normal" il y a quatre conditions imbriquées :

Le scénario SC1 :

Etat initial : La MR est prête. Le client a une carte. le client a des articles à recycler.
1. Le client introduit la carte dans la MR
2. La MR vérifie la validité de la carte
Si la carte est valide
Répéter
3. Le client introduit un article dans la MR
4. La MR vérifie la validité de l'article
Si l'article est valide
5. La MR accepte l'article
Jusqu'à ce que le client appuie sur le bouton de "fin"
Si le client demande un reçu
6. La MR rend la carte au client
7. La MR imprime le reçu au client
Si le magasin d'articles n'est pas plein
8. La MR se met dans l'état "prête".
Etat final : La MR est prête. Le client a une carte.

On suggère de construire les combinaisons possibles avec les négations des conditions. Chaque imbrication générée à partir des négations de conditions identifie une manière alternative de satisfaction/insatisfaction du but initial.
Pour chaque cas identifié, l'ingénieur des besoins doit déterminer s'il s'agit d'un cas normal ou exceptionnel.

1. la carte n'est pas valide
2. (la carte est valide) & (l'article n'est pas valide)

3. (la carte est valide) & (l'article est valide) & (le client n'a pas demandé de reçu)
4. (la carte est valide) & (l'article est valide) & (le client a demandé un reçu) & (le magasin d'articles est plein)

Chaque cas est associé à un but. Les manières correspondantes doivent permettre de reconnaître s'il s'agit d'un cas de scénario normal ou d'un cas exceptionnel.

Manière	Type de cas
la carte n'est pas valide	exceptionnel
l'article n'est pas valide	normal
le reçu n'est pas demandé	normal
en terminant avec une MR "en panne"	normal

Le résultat obtenu comporte quatre nouveaux buts dont les verbes, cibles et moyens sont les mêmes que le but initial, mais les manières sont différentes :
B1.2^1. *"Déposer (les bouteilles et les boîtes)$_{Cib}$ (dans la MR à carte)$_{Des}$ (quand la carte n'est pas valide)$_{Man}$"*
B1.2^2. *"Déposer (les bouteilles et les boîtes)$_{Cib}$ (dans la MR à carte)$_{Des}$ (en retirant les articles non valides)$_{Man}$"*
B1.2^3. *"Déposer (les bouteilles et les boîtes)$_{Cib}$ (dans la MR à carte)$_{Des}$ (sans demande de reçu)$_{Man}$"*
B1.2^4. *"Déposer (les bouteilles et les boîtes)$_{Cib}$ (dans la MR à carte)$_{Des}$ (en terminant avec une MR "en panne)$_{Man}$"*

Les buts B1.2^2, B1.2^3 et B1.2^4 sont trois variantes du cas normal tandis que le but B1.2^1 est un cas exceptionnel car le but B1.2 n'est pas satisfait.
Lorsque l'on écrit le scénario associé à chacune de ces variantes (B1.2^2, B1.2^3 et B1.2^4), il faut appliquer la règle A2 sur les nouveaux scénarios jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de nouvelles variantes ou exceptions.
Le scénario suivant est le scénario associé au but B1.2^3. L'application de la règle A2 sur ce nouveau scénario ne fait pas trouver de nouveaux buts de comportement puisque la partie spécifique (notée en gras) n'introduit pas de nouvelle condition (si …). Les interactions notées en style italique proviennent du scénario du fragment de besoin B1.2. Les interactions notées en gras sont spécifiques au scénario B1.2^3.

le but B1.2^3:
. *"Déposer (les bouteilles et les boîtes)$_{Cib}$ (dans la MR à carte)$_{Des}$ (sans demande de reçu)$_{Man}$"*

le scénario SC1.2^3 :
Etat initial : La MR est prête. Le client a une carte. le client a des articles à recycler.
1. Le client introduit la carte dans la MR
2. La MR vérifie la validité de la carte
Si la carte est valide
Répéter
3. Le client introduit un article dans la MR
4. La MR vérifie la validité de l'article
Si l'article est valide
5. La MR accepte l'article
Jusqu'à ce que le client appuie sur le bouton de "fin"……… >8 copie du scénario B1.2
Si le client ne demande pas de reçu
6. La MR rend la carte de recyclage au client
Si le magasin d'articles n'est pas plein
7. La MR se met dans l'état "prête".

Etat final : La MR est prête. Le client a une carte.

Etape 3 : Découvrir les buts de comportement alternatif

Test C: **Durée : 7 mn**

Nous vous proposons de refaire le test A de cette étape en vous aidant de la règle de découverte des buts de comportement alternatif.

Nous vous proposons le fragment de besoin suivant :

Fragment de besoin F1<But B1, Sc1>

Le but B1 **:** *Emprunter une cassette vidéo à partir d'une borne interactive à carte dans le cas normal*

Le scénario Sc1:

Etat initial :
Le client a une carte.
La borne est en service.

Le client insère la carte dans la borne. La borne vérifie la validité de la carte.
Si la carte est valide, la borne vérifie la validité du client.
Si le client est valide, la borne affiche une demande de saisie du titre du film souhaité par le client.
Le client communique le titre du film à la borne et la borne vérifie la disponibilité du film.
Si le film est disponible, la borne enregistre l'emprunt du film, éjecte la carte et la cassette au client.
Si le magasin de cassettes n'est pas vide, la borne se met dans l'état "en service".

Etat final :
Le client a une carte.
Le client a une cassette.
La borne est en service.

Question : L'objectif est d'obtenir une description aussi exhaustive que possible du comportement du cas d'utilisation « *emprunter une cassette vidéo* ». Nous vous demandons d'appliquer la règle A2 pour trouver toutes les alternatives du comportement décrit par le scénario ci-dessus.

Vous limiterez votre réponse à l'énoncé des buts de comportement alternatif.

Etape 3 : Découvrir les buts de comportement alternatif

Test D : **Durée : 5 mn**

Nous vous proposons de refaire le test B de cette étape en vous aidant de la règle de découverte des buts de comportement alternatif.

Nous vous proposons le scénario suivant :

Etat initial : Le client a une carte. La borne est en service. Le client insère la carte dans la borne. La borne vérifie la validité de la carte. Si la carte est valide, la borne vérifie la validité du client. Si le client est valide mais a plus de trois emprunts, la borne conseille au client de restituer une des cassettes empruntées avant d'en emprunter une autre. Dans le cas contraire, la borne affiche un message pour la saisie du film souhaité par le client. Le client communique le titre du film à la borne et la borne vérifie la disponibilité du film. Si le film est disponible la borne enregistre l'emprunt du film et éjecte la carte et la cassette au client. Si le magasin de cassettes n'est pas vide, la borne se met dans l'état "en service". **Etat final :** Le client a une carte. Le client a une cassette. La borne est en service.

Question : En vous servant de la distinction entre scénario de base, variante de scénario et scénario exceptionnel, proposez une décomposition du scénario ci-dessus.

Etape 4 : Identifier des buts complémentaires

Test A: **Durée : 7 mn**

Nous vous proposons le fragment de besoin suivant :

Fragment de besoin F1<But B1^4, Sc1^4>

Le but B1^4 **:** *Emprunter une cassette vidéo à partir d'une borne interactive à carte en terminant avec une borne "en panne pour l'emprunt de cassette"*

Le scénario Sc1^4:

Etat initial :
Le client a une carte.
La borne est en service.

Le client insère la carte dans la borne. La borne vérifie la validité de la carte.
Si la carte est valide, la borne vérifie la validité du client.
Si le client est valide, la borne affiche une demande de saisie du titre du film souhaité par le client.
Le client communique le titre du film à la borne et la borne vérifie la disponibilité du film.
Si le film est disponible, la borne enregistre l'emprunt du film, éjecte la carte et la cassette au client.
Si le magasin de cassettes est vide, la borne se met dans l'état "en panne pour l'emprunt de cassette".

Etat final :
Le client a une carte.
Le client a une cassette.
La borne est en panne pour l'emprunt de cassette.

Question : L'objectif est d'obtenir une description aussi exhaustive des fonctions attendues du système à construire. Lister les fonctions complémentaires de la fonction ci-dessus nécessaires au fonctionnement du système.

Etape 4 : Identifier des buts complémentaires

Test B: **Durée : 5 mn**

Nous vous proposons le scénario suivant :

Etat initial : Le client a une carte. La borne est en service. Le client insère la carte dans la borne. La borne vérifie la validité de la carte. Si l'abonné n'a pas renouvelé son abonnement la borne propose au client de se réabonner en tapant le numéro de sa carte bleue et sa date d'expiration. Le client retourne les informations relatives à sa carte bleue à la borne. Le renouvellement est enregistré par la borne et l'emprunt peut continuer. Si l'abonné a plus de trois emprunts en cours ou a un emprunt en retard, la borne conseille au client de restituer la ou les cassettes avant d'emprunter une nouvelle cassette. Le client insère une ou plusieurs cassettes dans la borne. La borne vérifie l'identification de chacune des cassettes. Si la cassette est identifiée, la borne intègre la cassette dans le magasin, enregistre la restitution des cassettes et édite un reçu au client. L'emprunt peut continuer. La borne affiche un message pour saisir le titre du film souhaité par le client. Le client communique le titre du film à la borne et la borne vérifie la disponibilité du film. Si le film est disponible la borne enregistre l'emprunt du film, éjecte la carte et la cassette au client. Si le magasin de cassettes n'est pas vide, la borne se met dans l'état « prêt ». **Etat final :** Le client a une carte. Le client a une cassette. La borne est en service.

Question : Est ce que ce scénario est valide ? Justifiez votre réponse.

EXPLICATION DES REGLES C1 et C2 DE DECOUVERTE DE BUTS COMPLEMENTAIRES (15 mn)

On vous suggère d'utiliser les deux règles (C1 et C2) afin de vous aider à découvrir des buts complémentaires.

La règle C1

But : Découvrir (à partir de FB <B, Sc>)$_{So}$ (les buts complémentaires du but B)$_{Res}$ (en analysant les états initial et final du scénario Sc)$_{Man}$
Corps : Etape1 : Vérifier l'inclusion / l'exclusion de l'état initial dans l'état final du scénario Sc
Etape2 : Pour chaque sous-état initial *Is*, qui n'est pas inclus dans l'état final, désigner un état final *Fs* empêchant d'accéder à l'état initial *Is*.
Etape3 : Suggérer un nouveau scénario ayant *Fs* dans l'état initial et *Is* dans l'état final. Identifier le but associé.

Commentaire :
La règle C1 permet de découvrir des buts complémentaires du but B en se basant sur les états initiaux et finaux du scénario Sc associé. La règle utilise la propriété d'inclusion. D'après cette propriété, l'état initial du scénario doit faire partie de l'état final. Chaque exécution du scénario doit laisser les agents dans un état qui permettrait la répétition de l'exécution du même scénario. La règle C1 vérifie si la propriété d'inclusion est vraie (Etape1). Si elle n'est pas vraie, un état exceptionnel est détecté (Etape2). Un scénario permettant de rétablir l'état initial normal de Sc doit être décrit et le but associé doit être identifié (Etape3).

Si on prend le fragment de besoin suivant :

Le but B1 :
"Déposer les bouteilles et les boîtes dans une MR à carte dans le cas où la MR se met "hors service"

le scénario SC1 :

Etat initial : La MR est prête. Le client a une carte. Le client a des articles à recycler.
1. Le client introduit la carte dans la MR
2. La MR vérifie la validité de la carte
Si la carte est valide
Répéter
3. Le client introduit un article dans la MR
4. La MR vérifie la validité de l'article
Si l'article est valide
5. La MR accepte l'article
Jusqu'à ce que le client appuie sur le bouton de "fin"
Si le client demande un reçu
6. La MR rend la carte au client
7. La MR imprime le reçu au client
Si le magasin d'articles est plein
8. La MR se met dans l'état "hors service".
Etat final : La MR est "hors service". Le client a une carte.

L'application de la règle C1, nous amène à chercher quels sont les sous-états de l'état initial qui n'appartiennent pas à l'état final. Deux sous-états répondent à ce critère "La MR est prête" et " Le client a des articles à recycler" (étape 1). Le premier sous-état n'est pas atteint car ce scénario permet d'atteindre un état exceptionnel "la MR est hors service" (étape 2). Il faut donc pour la répétition du service une fonction rétablissant l'état "La MR est prête" par un vidage du magasin d'articles. L'étape 3 permet d'identifier un nouveau but de service : *Vider (la MR)*$_{Cib}$.
Le deuxième état "Le client a des articles à recycler" n'est pas inclus dans l'état final mais cette situation est normale puisque c'est l'objectif du service "déposer des bouteilles et des boîtes à recycler".

La règle C2

But : Découvrir (à partir de FB <B, Sc>)$_{So}$ (les buts complémentaires du but B)$_{Res}$ (en analysant les interactions du scénario Sc)$_{Man}$

Corps : Etape1 : Dans le scénario Sc identifier les objets qui correspondent à des ressources physiques

Etape2 : Pour chaque ressource construire les paires d'interactions (Consommation, Production)

Etape3 : Pour chaque paire incomplète (soit avec l'interaction de consommation manquante ou avec l'interaction de production manquante) suggérer de nouveaux buts

Etape4 : Sélectionner les buts et les nommer.

Commentaire :

Tout d'abord les interactions contenant des objets qui correspondent à des ressources physiques du système, comme par exemple *"la carte"* et *"la bouteille",* doivent être identifiées (Etape1). En appliquant le principe de production/consommation pour chaque ressource, la règle cherche les paires d'interactions où une interaction consomme la ressource qui est produite par l'autre interaction de la paire (Etape2). Chaque paire incomplète est à l'origine de nouveaux buts (étape3). L'ingénieur des besoins sélectionne les buts pertinents et les décrit selon la structure prédéfinie (étape4).

Dans la mise en œuvre de la règle, l'étape 2 nécessite de prendre un point de repère (si possible celui du système que l'on doit développer) et ne pas le modifier car une interaction de l'agent *A1* vers l'agent *A2* avec l'objet *ob* peut s'interpréter comme :

- une action de production de l'objet *ob* par l'agent *A1* ou
- une action de consommation de l'objet *ob* par l'agent *A2*.

Exemple : Considérons le scénario décrit précédemment et prenons le point de vue de la MR quant à la production/consommation des ressources en appliquant l'étape 2.

Etape 1 : il y a trois ressources physiques : la carte, l'article et le reçu.

Etape 2 : les couples d'interactions sont les suivants :

- la carte:

(*"le client insère la carte de recyclage dans MR"*$_{prod\ par\ MR}$, *"la MR rend la carte de recyclage au client"*$_{cons\ par\ MR}$)

- l'article : (*"le client dépose un article dans la MR"*$_{prod\ par\ MR}$, **?**)
- le reçu : (**?**, *"le système imprime le reçu"*$_{cons\ par\ MR}$)

Etape 3 :

Dans le scénario Sc1, il y a deux paires d'interactions incomplètes. Il y a la ressource *"l'article"* est consommée par la MR, mais la MR ne produit pas cette ressource. La MR accepte les bouteilles et les boîtes mais ne les délivre pas, ce qui suggère la fonction de vidage de la MR. La ressource *"le reçu"* n'est pas consommée par la MR. La MR produit des reçus, mais ne les consomme pas. Cela suggère la fonction de remplissage du bac à papier de la MR. On en déduit les deux buts suivants :

B1.2. *Vider (la MR)*$_{Cib}$

B1.3. *Mettre (du papier)*$_{Cib}$ *(dans la MR)*$_{Ben}$

qui correspondent à des fonctions complémentaires de la fonction initiale *«Déposer des bouteilles et des boites à recycler dans une MR à carte ».*

Etape 4 : Identifier des buts complémentaires

Test C: **Durée : 7 mn**

Nous vous proposons de refaire le test A de cette étape en appliquant les règles de découverte de buts complémentaires.

Nous vous proposons le fragment de besoin suivant :

Fragment de besoin F1 <But $B1^4$, $Sc1^4$>

Le but $B1^4$ **:** *Emprunter une cassette vidéo à partir d'une borne interactive à carte en terminant avec une borne "en panne pour l'emprunt de cassette"*

Le scénario $Sc1^4$:

Etat initial :
Le client a une carte.
La borne est en service.

Le client insère la carte dans la borne. La borne vérifie la validité de la carte.
Si la carte est valide, la borne vérifie la validité du client.
Si le client est valide, la borne affiche une demande de saisie du titre du film souhaité par le client.
Le client communique le titre du film à la borne et la borne vérifie la disponibilité du film.
Si le film est disponible, la borne enregistre l'emprunt du film, éjecte la carte et la cassette au client.
Si le magasin de cassettes est vide, la borne se met dans l'état "en panne pour l'emprunt de cassette".

Etat final :
Le client a une carte.
Le client a une cassette.
La borne est en panne pour l'emprunt de cassette.

Question : En utilisant C1 et C2 on vous demande d'identifier les buts complémentaires du fragment de besoin proposé.

Etape 4 : Identifier des buts complémentaires

Test D: **Durée : 5 mn**

Nous vous proposons de refaire le test C de cette étape en utilisant les règles de découverte de buts complémentaires.

Nous vous proposons le scénario suivant :

Etat initial :
Le client a une carte.
La borne est en service.

Le client insère la carte dans la borne. La borne vérifie la validité de la carte.

Si l'abonné n'a pas renouvelé son abonnement la borne propose au client de se réabonner en tapant le numéro de sa carte bleue et sa date d'expiration. Le client retourne les informations relatives à sa carte bleue à la borne. Le renouvellement est enregistré par la borne et l'emprunt peut continuer.

Si l'abonné a plus de trois emprunts en cours ou a un emprunt en retard, la borne conseille au client de restituer la ou les cassettes avant d'emprunter une nouvelle cassette. Le client insère une ou plusieurs cassettes dans la borne. La borne vérifie l'identification de chacune des cassettes. Si la cassette est identifiée, la borne intègre la cassette dans le magasin, enregistre la restitution des cassettes et édite un reçu au client. L'emprunt peut continuer.

La borne affiche un message pour saisir le titre du film souhaité par le client.
Le client communique le titre du film à la borne et la borne vérifie la disponibilité du film.
Si le film est disponible la borne enregistre l'emprunt du film, éjecte la carte et la cassette au client.
Si le magasin de cassettes n'est pas vide, la borne se met dans l'état « prêt ».

Etat final :
Le client a une carte.
Le client a une cassette.
La borne est en service.

Question : En vous appuyant sur la notion de complémentarité de buts développée précédemment, proposez une décomposition du scénario ci-dessus en fragments de besoin.

Vous limiterez votre réponse à l'énoncé des buts de ces fragments de besoin.

Etape 5 : Comprendre les niveaux d'abstraction

Test A: **Durée : 10 mn**

Nous vous proposons le scénario suivant :

But :
Vérifier (la validité de la carte de recyclage)$_{Cib}$ (dans le cas normal)$_{Man}$

Scénario :
Etat initial : Le lecteur de cartes a une carte de recyclage. Le lecteur de cartes est prêt. L'horloge de la MR est à l'heure. La connexion avec le SR est établie. La validité da la carte de recyclage est inconnue.

Le moteur de la MR demande au lecteur de cartes de lire la date de validité et le numéro de la carte de recyclage.
Le lecteur de carte transmet la date de validité et le numéro de la carte de recyclage au moteur de la MR.
Le moteur de la MR demande à l'horloge de la MR la date courante.
L'horloge transmet la date courante au moteur de la MR.
Si la date de validité n'est pas expirée et si le numéro de la carte est correct
    Si la connexion avec le SR est toujours établie, alors
        Le moteur de la MR demande au SR si le numéro de la carte de recyclage est dans la liste des numéros valides.
        Le SR traite la demande.
        Si le SR trouve le numéro dans la liste des numéros valides
            Le SR transmet le message « numéro valide » au moteur de la MR.

Etat final: Le lecteur de cartes a une carte de recyclage. Le lecteur de cartes est prêt. L'horloge de la MR est à l'heure. La carte de recyclage est valide.

Question : Pensez vous que ce scénario exprime des actions à un même niveau d'abstraction ? Si non, identifiez les différents niveaux concernés et notez le niveau de chacune des actions.

EXPLICATION DES DIFFÉRENTS NIVEAUX D'ABSTRACTION (10 MN)

On vous propose trois niveaux d'abstraction des fragments de besoin c'est à dire des couples <But, Scénario>. Ces trois niveaux sont appelés contextuel, fonctionnel et physique.
L'objectif du niveau *contextuel* est d'identifier les services que le système doit fournir à l'entreprise.
Un *FB contextuel* associe un *but de gestion* et un *scénario de service*. Le but de gestion correspond à un objectif que l'organisation s'assigne à l'égard de ses clients. Par exemple, dans le cas du supermarché, le but de gestion est : *Fournir (le SR de bouteilles et de boîtes)$_{Cib}$ (aux clients du supermarché)$_{Des}$ (avec une MR à carte)$_{Moy}$*
Le scénario de service décrit le flux de services entre agents (un parmi eux est le système lui-même) qui est nécessaire pour satisfaire le but de gestion. Une action atomique dans le scénario de service est un service.
Dans l'exemple ci-dessous, le scénario identifie trois services :

- *le client obtient une carte de recyclage du supermarché*
- *Le client dépose des bouteilles et des boîtes dans la MR*
- *La MR transmet la transaction au SR (Système de Recyclage)*

Exemple d'un FB au niveau contextuel :

But :
Fournir (le SR de bouteilles et de boîtes)$_{Cib}$ (aux clients du supermarché)$_{Des}$ (avec une MR à carte)$_{Moy}$

Scénario :
Le client obtient une carte de recyclage du supermarché.
Le client dépose des bouteilles et des boîtes dans la MR.
La MR transmet la transaction au SR (Système de Recyclage).

Le niveau *fonctionnel* détaille chaque service du niveau contextuel comme un ensemble d'interactions entre agents : le système lui-même et ses utilisateurs. Un FB fonctionnel définit le flux d'actions pour assurer un service du système. Le FB fonctionnel couple un *but de service* et un *scénario d'interaction*. Le but de service exprime une manière d'assurer le service. Le scénario d'interaction associé décrit un flux d'interactions entre le système et ses utilisateurs pour atteindre le but de service.
Exemple d'un FB au niveau fonctionnel :

But :
"Déposer (les bouteilles et les boîtes)$_{Cib}$ (dans la MR à carte)$_{Des}$ (dans le cas normal)$_{Man}$"

le scénario :
Etat initial : La MR est prête. Le client a une carte de recyclage.
1. Le client introduit la carte de recyclage dans la MR
2. La MR vérifie la validité de la carte de recyclage
3. Si la carte de recyclage est valide
    Répéter
    5. Le client introduit un article dans la MR
    6. La MR vérifie la validité de l'article
    7. Si l'article est valide
        9. La MR accepte l'article
    Jusqu'à ce que le client appuie sur le bouton de "fin"
    10. Si le client demande un reçu
    11. La MR rend la carte de recyclage au client
    12. La MR imprime le reçu au client
Etat final : La MR est prête. Le client a une carte de recyclage.

Le niveau *physique* détaille chaque interaction du niveau fonctionnel par un ensemble d'action interne au système. Chaque action peut faire référence à des objets du système et à des objets externes comme d'autres systèmes.

Un *fragment de besoin physique* est un couple comprenant un *but de système* et un *scénario interne*. Un but de système exprime une manière possible pour exécuter une interaction identifiée dans le scénario d'interaction. Un scénario physique décrit le flux d'actions internes au système pour satisfaire le but.
Exemple d'un FB au niveau physique :

<u>But</u> : *Vérifier (la validité de la carte de recyclage)$_{Cib}$ (dans le cas normal)$_{Man}$* <u>Scénario</u> : **Etat initial** : Le lecteur de cartes a une carte de recyclage. Le lecteur de cartes est prêt. L'horloge de la MR est à l'heure. La connexion avec le SR est établie. La validité da la carte de recyclage est inconnue. Le moteur de la MR demande au lecteur de cartes de lire la date de validité et le numéro de la carte de recyclage. Le lecteur de carte transmet la date de validité et le numéro de la carte de recyclage au moteur de la MR. Le moteur de la MR demande à l'horloge de la MR la date courante. L'horloge transmet la date courante au moteur de la MR. Si la date de validité n'est pas expirée et si le numéro de la carte est correct Si la connexion avec le SR est toujours établie Alors Le moteur de la MR demande au SR si le numéro de la carte de recyclage est dans la liste des numéros valides. Le SR traite la demande. Si le SR trouve le numéro dans la liste des numéros valides Le SR transmet le message « numéro valide » au moteur de la MR. **Etat final:** Le lecteur de cartes a une carte de recyclage. Le lecteur de cartes est prêt. L'horloge de la MR est à l'heure. La carte de recyclage est valide.

Ces trois définitions montrent un lien d'affinement d'un FB contextuel en plusieurs FBs fonctionnels, chacun d'eux étant affinés en plusieurs FBs physiques.

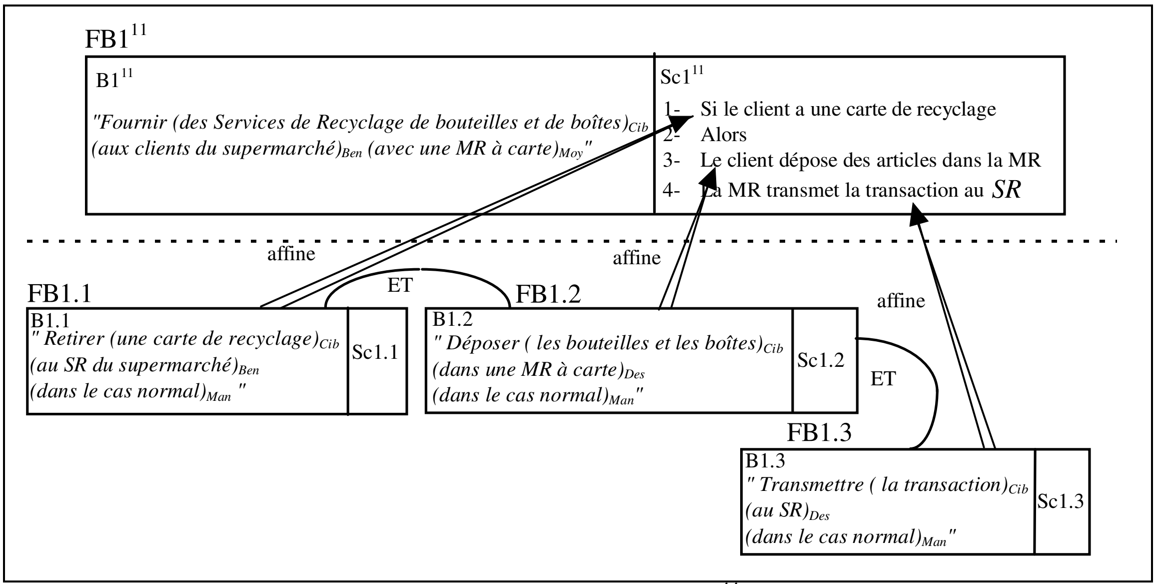
La règle de passage d'un niveau à l'autre se réalise par la règle d'affinement d'un but.
Il apparaît par ailleurs comme l'illustrent les exemples que le passage d'un niveau à l'autre consiste à considérer une action d'un scénario de niveau i comme un but d'un FB de niveau i+1.

<u>La règle R1 systématise la façon d'affiner un scénario.</u>

But :	Découvrir (à partir de FB <B, Sc>)$_{So}$ (les buts affinés à partir du but B)$_{Res}$ (en considérant chaque action atomique de Sc comme un nouveau but)$_{Man}$
Corps :	Etape1 : Associer un but B_i à chaque action atomique A_i du scénario Sc. B_i affine B Etape2 : Compléter B_i par la manière "dans le cas normal" Etape3 : Evaluer les buts proposés et sélectionner les buts adéquats Etape4 : Les FBs correspondants aux buts sélectionnés sont complémentaires les uns des autres.

Commentaire :
La règle R1 permet d'affiner un fragment de besoin donné *(à partir de* FB *<B, Sc>)$_{So}$* en suggérant de nouveaux buts au niveau d'abstraction plus bas que le but de départ *(les buts raffinés à partir du but B)$_{Res}$*. Selon la règle R1, le mécanisme d'affinement consiste à considérer chaque action de scénario Sc comme un nouveau but au du niveau d'abstraction immédiatement inférieur (Etape1). Les buts sélectionnés (Etape3) sont décrits conformément à la structure de but prédéfinie. Les FB correspondants aux nouveaux buts sont complémentaires les uns des autres (Etape4).

La règle d'affinement R1 permet dans l'exemple considéré de passer du niveau contextuel au niveau fonctionnel en affinant le but de gestion en plusieurs buts de service comme le montre la figure ci-dessous.



Affinement du FB 1[11]

La règle R1 suggère de considérer chaque action de scénario Sc1 comme un but de service. Le scénario Sc1 a trois actions. Chacune doit être considérée comme un but. Le but correspondant à la première action est écrit sous la forme : *Retirer (une carte de recyclage)Cib (au SR du supermarché)So(dans le cas normal)Man*

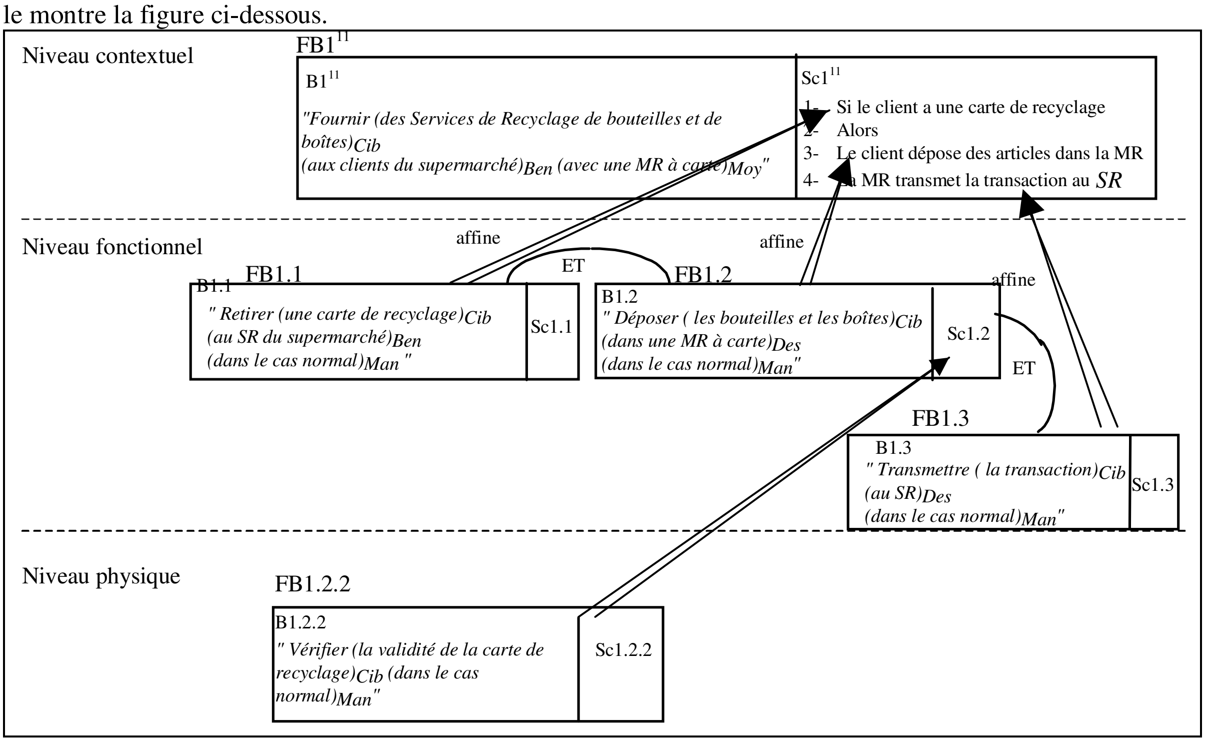
Le deuxième but correspond à un simple reformulation de l'action sous la forme *Déposer (les bouteilles et les boîtes)Cib (dans une MR à carte)Des (dans le cas normal)Man.*

De même l'action 3 devient le but Transmettre (la transaction) (au SR)$_{Des}$ *(dans le cas normal)*$_{Man}$

Il faut noter que comme le suggère la règle (étape2) la manière des trois buts identifiés est "dans le cas normal".

Les fragments de besoin correspondants aux nouveaux buts sont complémentaires les uns par rapport aux autres et ils sont liés au FB1 par le lien d'affinement.

La règle R1 s'applique à chaque interaction des scénarios Sc1.1, Sc1.2 et Sc1.3. Par exemple en appliquant R1 sur l'action 2 du scénario Sc1.2 (voir page 27) on déduit le but de système *Vérifier (la validité de la carte de recyclage)*$_{Cib}$ *(dans le cas normal)* $_{Man}$ » qui combiné au scénario Sc1.2.2 constitue le fragment de besoin FB1.2.2. Celui-ci se situe au niveau physique lié par un lien d'affinement au fragment de besoin FB1.2 comme le montre la figure ci-dessous.



Etape 5 : Comprendre les niveaux d'abstraction

Test B: **Durée : 10 mn**

Nous vous proposons de refaire le test A de cette étape en utilisant l'explication des trois niveaux d'abstraction : contextuel, fonctionnel et physique.

Nous vous proposons le scénario suivant :

But :
Vérifier (la validité de la carte de recyclage)$_{Cib}$ (dans le cas normal)$_{Man}$

Scénario :
Etat initial : Le lecteur de cartes a une carte de recyclage. Le lecteur de cartes est prêt. L'horloge de la MR est à l'heure. La connexion avec le SR est établie. La validité da la carte de recyclage est inconnue.

Le moteur de la MR demande au lecteur de cartes de lire la date de validité et le numéro de la carte de recyclage.
Le lecteur de carte transmet la date de validité et le numéro de la carte de recyclage au moteur de la MR.
Le moteur de la MR demande à l'horloge de la MR la date courante.
L'horloge transmet la date courante au moteur de la MR.
Si la date de validité n'est pas expirée et si le numéro de la carte est correct
    Si la connexion avec le SR est toujours établie, alors
        Le moteur de la MR demande au SR si le numéro de la carte de recyclage est dans la liste des numéros valides.
        Le SR traite la demande.
        Si le SR trouve le numéro dans la liste des numéros valides
            Le SR transmet le message « numéro valide » au moteur de la MR.

Etat final: Le lecteur de cartes a une carte de recyclage. Le lecteur de cartes est prêt. L'horloge de la MR est à l'heure. La carte de recyclage est valide.

Question : Classer chaque action du scénario en service, interaction et action interne au système.

4A detailed report of industrial case study results

Appendix 5A : Post-tutorial questionnaire

CREWS-*L'Ecritoire*
Questionnaire

Nom :

Date :

[Cette partie du questionnaire peut être remplie avant la séance]

- 1. Quelles sont dans votre entreprise les approches ou les méthodes utilisées dans l'étape d'analyse des besoins ?

- 2. Les buts et les scénarios font-ils partie des concepts utilisés pour analyser les besoins dans votre entreprise ?

  [Si oui, veuillez indiquer à quelle fin, et dans le cadre de quel projet]

- 3. Quels outils sont utilisés dans votre entreprise pour gérer les besoins ?

- 4. Vous semblerait-il pertinent d'adopter les concepts de buts et/ou de scénarios dans votre entreprise lors de l'étape d'analyse des besoins ?

[La partie suivante peut éventuellement être remplie pendant que vous utilisez l'outil CREWS-L'Ecritoire.]

- 5. Quelles sont d'après vous les fonctionnalités de CREWS-*L'Ecritoire* les plus faciles à utiliser ?

- 6. Quelles sont d'après vous les fonctionnalités de CREWS-*L'Ecritoire* les plus difficiles à utiliser ?

- 7. Quelles fonctions de CREWS-*L'Ecritoire* serait-il intéressant d'adopter dans votre entreprise ?

  Utilisation du couplage but – scénario

  Règle A1 de découverte d'options de conception

  Directives d'écriture de scénarios

  Template d'écriture de scénarios

  Règle A2 de découverte de buts alternatifs

  Règle C1 de découverte de buts complémentaires

  Règle R1 de raffinement de but

  Organisation hiérarchique des besoins et des scénarios

- 8. Indiquez les erreurs d'implémentation que vous avez identifié :

[La partie suivante ne peut être remplie qu'à la fin de la séance]

- 9. Pensez-vous que ces deux heures d'utilisation de CREWS-L'Ecritoire soient suffisantes pour en maîtriser les principales fonctionnalités ?

  [Oui] [Non]

- 10. Quelle est selon vous la durée d'apprentissage de cet outil ?

  [moins d'½ journée] [de ½ journée à 1 journée] [de 1 journée à une semaine] [plus d'1 semaine]

- 11. Si vous aviez le pouvoir de décision dans votre entreprise adopteriez-vous un outil tel que CREWS-*L'Ecritoire* pour supporter la découverte des besoins ?

- 12. Appliqueriez-vous la méthode manuellement ou pensez-vous qu'l'outils soit un complément indispensable ?

13. Quelles améliorations / adaptations serait-il intéressant d'apporter à :

- l'interface :

- la méthode :

- intégration avec d'autres outils :

- autres :

14. Comment l'outil CREWS-*L'Ecritoire* devrait-il être adapté ou transformé pour devenir un outil industriel ?