



---

## **Airship with High Carrying Capacity**

### **DEMAND ANALYSIS**

**Dr Philippe WIESER, EPFL- IML**  
**Othmane BENMOUSSA, EPFL-LEM**  
**Salma BENMOUSSA, EPFL-LEM**

**Conference paper STRC 2001**  
**Session Concepts**

**STRC**

1<sup>st</sup> Swiss Transport Research Conference  
Monte Verità / Ascona, March 1.-3. 2001

# Airship with High Carrying Capacity

Author	Dr Philippe Wieser	Othmane Benmoussa
Department	IML, directeur technique	ITEP-LEM, ingénieur EPFL, doctorant
Organisation	EPFL	EPFL
City	Lausanne	Lausanne
Phone:	021-693 38 05	021-693 53 51
Fax:	021-693 50 60	021-693 50 60
E-Mail:	<a href="mailto:philippe.wieser@epfl.ch">philippe.wieser@epfl.ch</a>	<a href="mailto:othmane.benmoussa@epfl.ch">othmane.benmoussa@epfl.ch</a>

## Abstract

The project « AVEA » is a new concept of modular over-pressurized airship with an air ballast. This transportation system can sustain and transport up to 1'000 tons over 10'000 km at 100 km/h. It is constituted of several cylindrical ballons called "Modules Aérostatiques Pilotables" (MAP) which are assembled in an ovoid shape aerodynamically operational. For instance, the dimensions of an AVEA able to transport 500 tons are about: length 200 m, width 100 m and height 100 m.

The project started as a research program of the Balloon Department at the French space agency (CNES). The detailed study and the industrial developments are treated by "Office National d'Etudes Aérospatiales" (ONERA), for the technical part, and by the "Swiss Federal Institute of Technology at Lausanne" (EPFL), for the economical part. The demand analysis proceeding is relying on probabilistic approach to estimate the risk associated with the airship's future operation and it is structured according to three complementary axes:

- modal shift
- modification of production/construction process and logistics
- new markets niches

The modification of the production/construction process and logistics seems, at present, the project's most promising application. Truly, the possibility to transport loads up to 1'000 tons will "revolutionize" all the industrial chain, from the conception to the distribution of products. Other potential users interested in this transportation system are for instance companies linked to mechanical engineering (energetic equipments, petrol/oil equipments, boiler-making...), to civil engineering (building construction, bridges...)...as well as humanitarian help organizations.

## Keywords

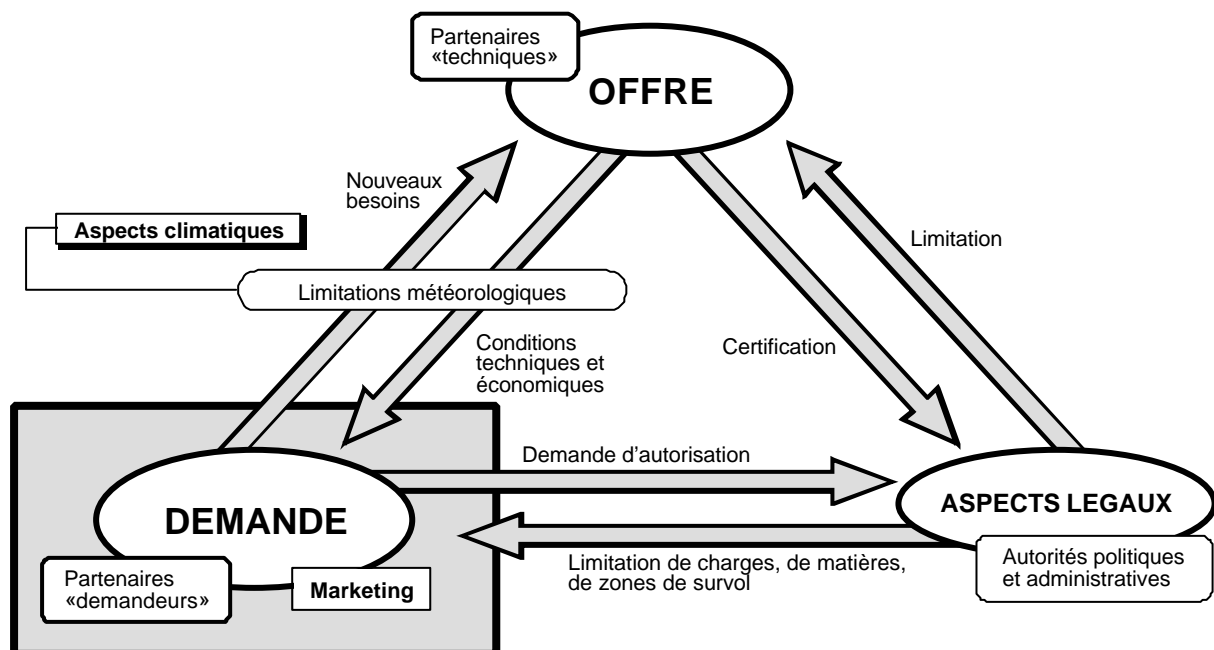
Airship – High carrying capacity – AVEA – Blimp – Swiss Transport Research Conference STRC 2001 – Monte Verità

## 1. Démarche générale

Cette présentation a pour but de définir la démarche d'analyse de la demande potentielle liée au projet de dirigeable de transport de charges lourdes et/ou encombrantes AVEA (Aile Volante Epaisse Aérostatique); démarche d'étude pouvant notamment être généralisée à l'analyse de la demande des projets à forte rupture technologique. En préambule, la figure 1, décrit, de manière globale les facteurs majeurs d'influences et les relations générales unissant les différents acteurs du projet. Ce schéma, basé sur une approche systémique, met en évidence la nécessité d'étudier et de comprendre les interactions de l'offre et de la demande et les incidences des aspects légaux sur la formation de la demande ou sur la qualité de l'offre.

L'offre peut être envisagée selon une logique technique à partir des performances technologiques du système AVEA ou en fonction des potentialités nouvelles qu'un mode de transport, à ce jour inexistant dans cette configuration, peut provoquer sur les processus de production de biens et de services. Le caractère original et novateur de ce projet ne permettra pas de se référer directement et entièrement à des études ou à des applications existantes. Il s'agira alors de mettre en place une démarche prospective d'étude spécifique, basée sur une approche probabiliste tenant compte, qualitativement et quantitativement, des incertitudes associées à chaque donnée, liée à l'offre et à la demande, de ce projet. En étroite et constante relation avec la cellule d'étude technique de l'AVEA, cette démarche conduira à modéliser des scénarii, respectivement plus probables, optimistes et pessimistes, et à chiffrer leurs conséquences sur la faisabilité et la rentabilité économique de ce projet.

Figure 1 STRUCTURE GENERALE DU PROJET (Approche systémique)



Source: Dr Ph. Wieser, 2000

## 2. Aspect « Demande »

### 2.1 Généralités

La globalisation et la diversification des économies mondiales multiplient les échanges et les besoins de transport. Rapidité, Sécurité, Economie constituent les objectifs premiers. Toutefois, il existe des lacunes dans le système de transport terrestre, maritime et aérien actuel que le dirigeable pourrait combler dans une logique de développement durable et de respect des valeurs environnementales.

- **la fabrication complète de produits en usine** (élimination des opérations d'assemblage sur site d'installation, amélioration des en-cours de fabrication, ...), impact direct sur la conception même des produits
- **le transport porte à porte**, rapide, sans rupture de charge ne nécessitant peu ou pas d'infrastructures au sol, de tous produits à charges lourdes et/ou encombrantes
- **la manutention et le travail aérien lourd** (pose de pylônes à haute tension, d'éoliennes, de derricks, évacuation d'arbres,...)
- **l'aide à la reconstruction** dans les régions en crise et sortant de conflits
- **le désenclavement** par voie aérienne de sous-continent (Amazonie, Afrique Centrale, Indonésie, Madagascar,...) et de régions difficiles d'accès ou en manque d'infrastructures
- **la logistique humanitaire** de catastrophes (inondations, séismes, ...) et de conflits
- **le cabotage touristique** à altitude, vitesse et bruit faibles
- **la publicité aérienne** de grande dimension et évoluant à faible vitesse
- **la plate-forme stratosphérique** de grande capacité et peu coûteuse pour des relais de communication
- **la logistique arrière des armées** en missions lointaines (Rwanda, Kosovo, ...)

La détermination méthodique du marché potentiel de l'AVEA est abordée selon trois approches complémentaires distinctes (Figure 2):

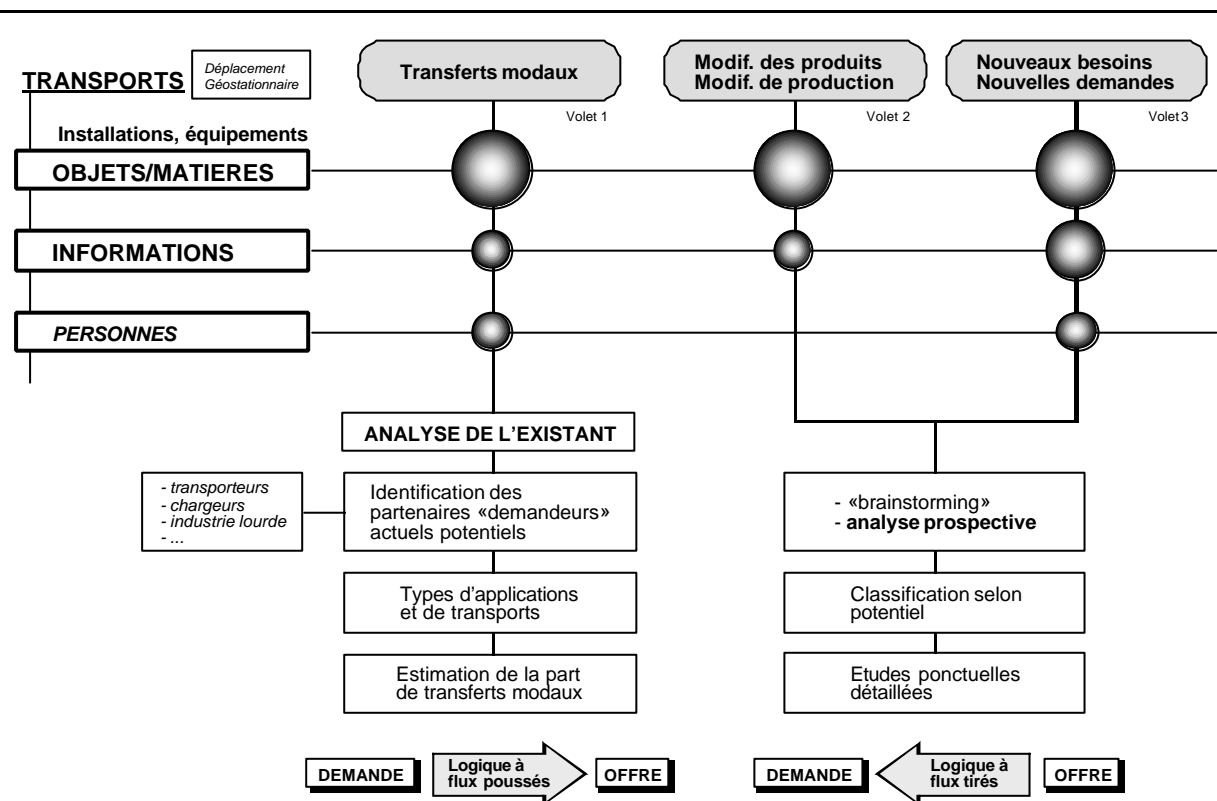
- l'estimation de la part due aux transferts modaux par rapport aux autres modes de transports (volet 1),
- la modification de la conception, de la production et de toute la logistique de produits particuliers (volet 2),
- la mise en évidence de nouvelles «niches» (nouvelles demandes) d'applications propres à ce système spécifique (volet 3).

En référence à une logique de production industrielle, le transfert modal (volet 1) peut être assimilé à une approche à **flux poussés**, alors que la modification de production (volet 2) et les nouvelles «niches» d'applications (volet 3) sont conformes à une démarche à **flux tirés** (l'offre attirant la demande). Ces deux approches prendront en compte une typologie de transport structurée selon trois ensembles:

- le transport d'objets, d'installations complètes ou partielles, d'équipements ou de matières
- le «transport» d'informations (publicité, émetteur de retransmission radio/TV, ...)
- le transport potentiel de personnes (transport de luxe et de masse)

selon deux modes de fonctionnement : déplacement (transport) et géostationnaire (grue aérostatique, émetteur, ...)

Figure 2 ASPECT DEMANDE



Source: Dr Ph. Wieser, 2000

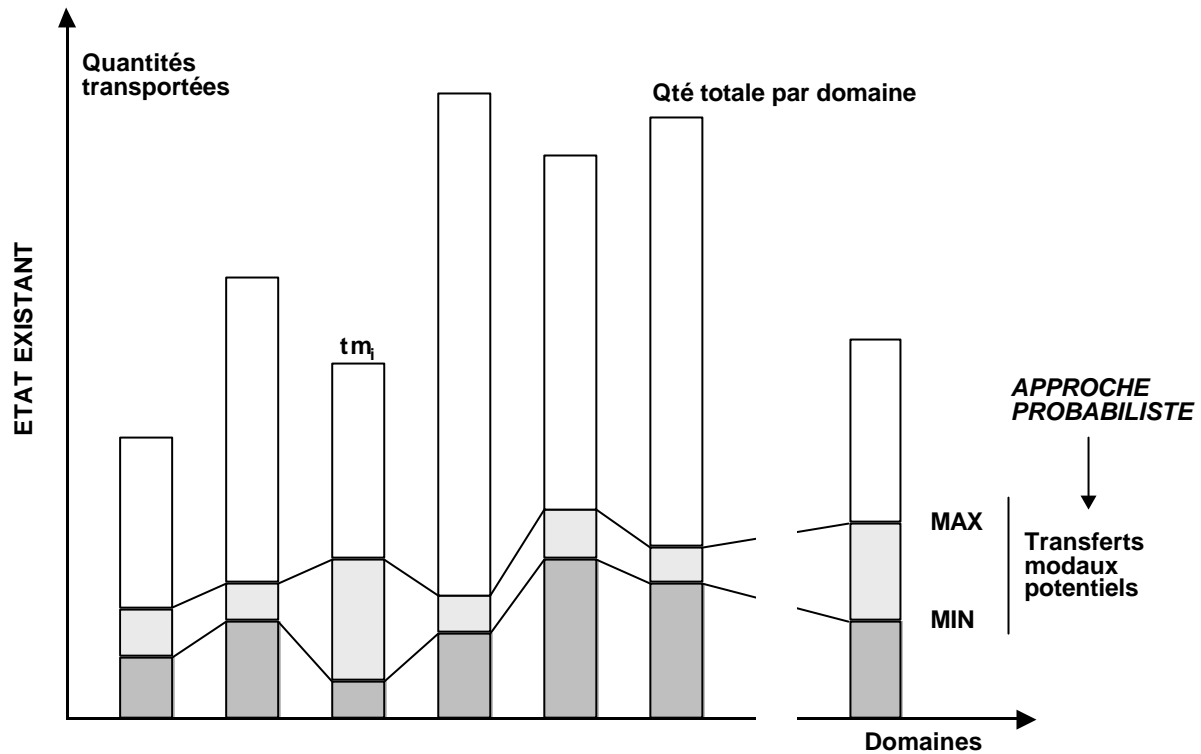
## 2.2 Transferts modaux (Volet 1)

Cette approche consiste à déterminer la part potentielle de transferts modaux, particulièrement en matière de transport d'objets lourds et encombrants, sur ce nouveau système de transport «AVEA» (Figure 3). La démarche méthodologique peut alors être décrite selon la logique suivante:

- détermination des domaines concernés (état existant), par secteur, type/nature de charges, mode et distance de transport
- estimation, par domaine, de la quantité totale annuelle transportée
- étude qualitative, par domaine, de la potentialité de transport par «AVEA»
- élaboration de modèles intégrant les variables explicatives courantes (temps, coût) et les facteurs logistiques influençant le choix des chargeurs (modélisation désagrégée reposant sur une enquête auprès des transporteurs et des chargeurs d'ensembles lourds et/ou encombrants)
- analyse de sensibilité et calcul d'élasticité des facteurs déterminants
- agrégation des résultats donnant lieu à une évaluation pessimiste-optimiste (min-max), par groupe de domaines, de la part transportable par «AVEA»

Il est à noter que cette estimation min-max (approche probabiliste) est liée à l'offre du système (caractéristiques de l'objet volant) ainsi qu'aux contraintes légales et réglementaires d'application (cf. figure 1). Cette approche constituera une référence à minima de la potentialité de transport par «AVEA».

Figure 3 TRANSFERTS MODAUX



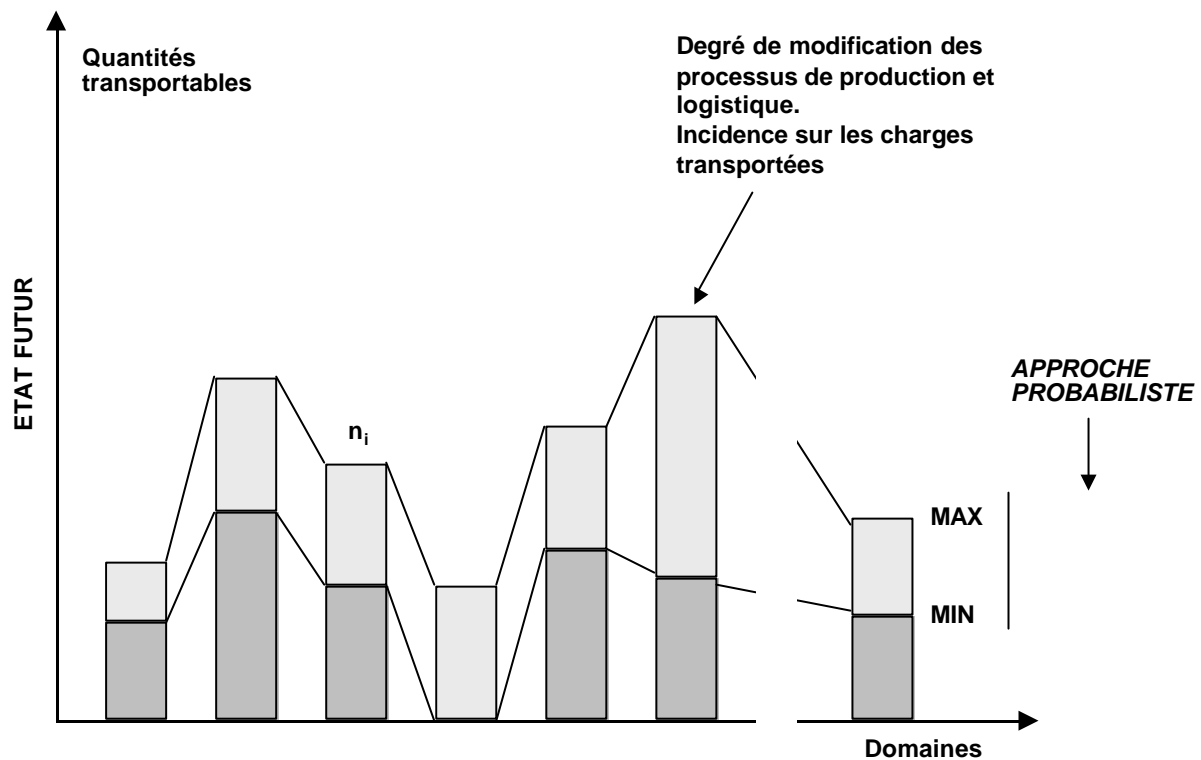
Source: Dr Ph. Wieser, 2000

### 2.3 Modification des produits et des processus de production et logistiques (Volet 2)

Cette phase d'étude (Figure 4) porte sur la modification potentielle des produits en matière de conception, de production et de logistique que pourrait induire le dirigeable lourd. Cet aspect sera particulièrement déterminant dans le cadre de transport de pièces lourdes et/ou volumineuses, d'installations partielles ou complètes (industrie lourde, «équipementiers», ...) qu'il s'agit, aujourd'hui, d'assembler sur place dans des zones géographiques parfois difficiles d'accès ou posant des problèmes d'acheminement (tracé des routes, hauteur des ponts, gabarit ferroviaire). Dans le domaine particulier du Génie Civil (construction, ouvrages d'art, ...), l'AVEA induira une modification importante du concept de dimensionnement des structures, de montage et de la mise en œuvre sur le chantier. Une simulation de la construction du Grand Viaduc de Millau (France) par l'usage de l'AVEA a permis d'identifier les apports de ce système aussi bien au niveau des méthodes de construction, de l'organisation du chantier que de son impact sur le dimensionnement de la structure. Des premières estimations tenant compte de divers paramètres notamment l'étalement, les frais fixes et d'encadrement des chantiers, le gain de temps, etc, laisse apparaître une économie de l'ordre de 10% sur le prix de l'ouvrage. Cette approche ne touche donc pas seulement le domaine du transport, mais est susceptible de modifier, pour certains secteurs, la conception du produit, son processus de

production, ainsi que toute logistique qui lui est associée, voire l'organisation et la structure de l'entreprise. Ce volet de l'étude s'inscrit ainsi dans une approche **systemique** qui devra intégrer toutes les fonctions de l'entreprise dans son environnement direct et indirect.

Figure 4 MODIFICATION DES PROCESSUS



Source: Dr Ph. Wieser, 2000

## 2.4 Nouvelles « niches », nouvelles demandes (Volet 3)

Ce volet d'étude consiste à identifier l'ensemble des nouvelles «niches» (nouveaux besoins générés, nouvelles demandes) potentielles d'applications, tous domaines confondus, selon la typologie décrite à la figure 2, c'est-à-dire objets/matières, personnes et informations.

L'étude des nouvelles «niches» consistera à envisager l'effet potentiel du nouveau mode de transport sur les opérations caractérisant la filière origine-destination.

Il est vraisemblable que dans certaines «niches» ces effets permettront de modifier, de simplifier substantiellement, voire de supprimer certaines séquences d'opérations. Ce volet 3 est ainsi fortement lié au volet 2 décrit précédemment. L'évaluation des effets envisagés de simplification sera alors reprise dans l'analyse économique globale.

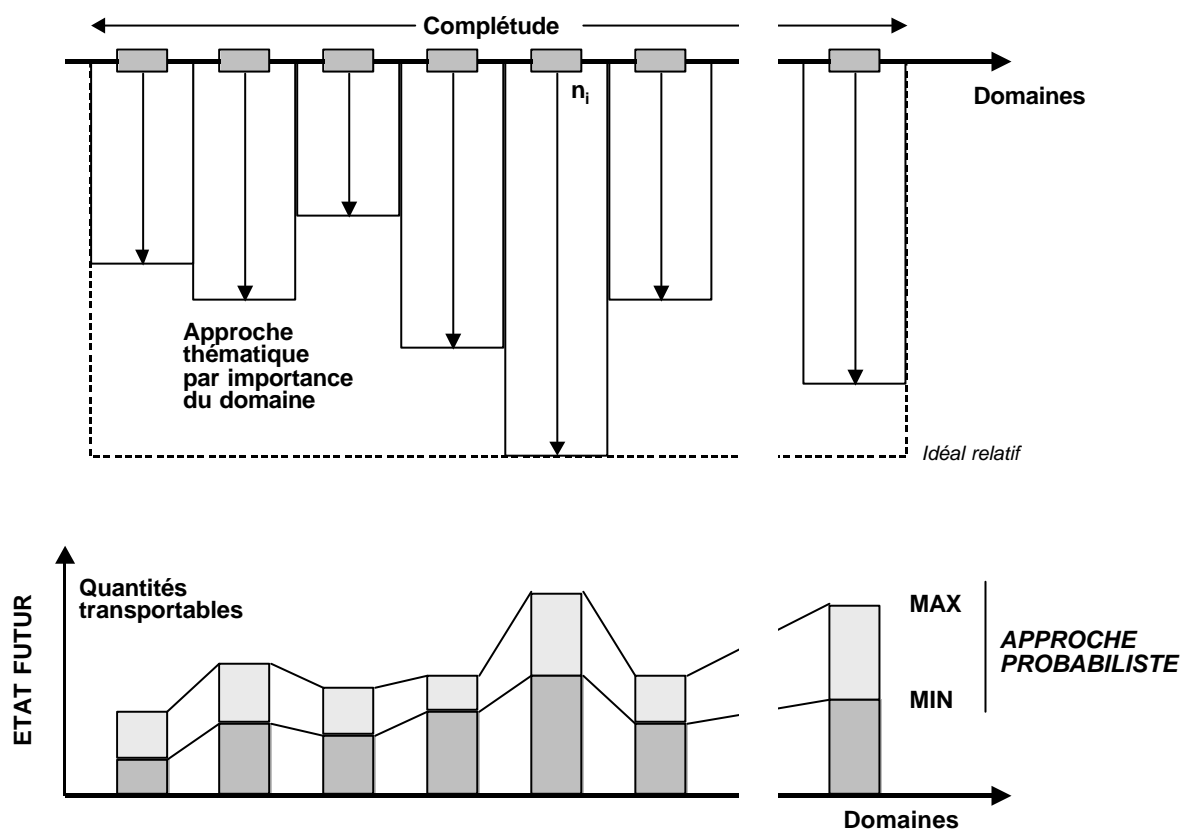
Chacun de ces nouveaux besoins sera évalué selon son importance probable de génération de transports. Les «niches» identifiées comme significatives feront l'objet d'une étude approfondie conduisant à une estimation probabiliste min-max (scénarii contrastés



d'applications en termes de volumes et de tarifs) de la génération potentielle de transports nouveaux grâce à l'AVEA.

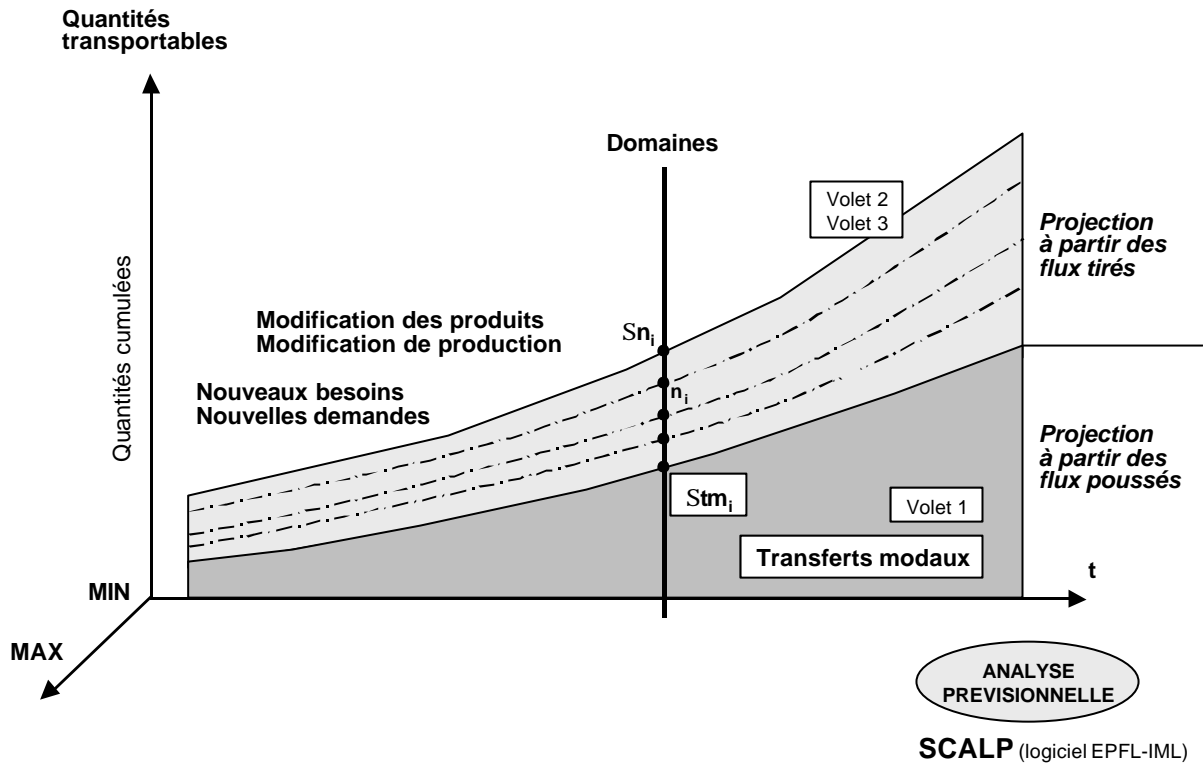
A ce stade de l'étude, seront identifiés les quantités ou volumes potentiels actuels susceptibles d'être transportés par le système «AVEA» ainsi que les tarifs raisonnablement applicables (analyse d'élasticité). Ces données (min-max) devront être encore évaluées en fonction du temps (Figure 6): analyse prévisionnelle. Ces informations, enrichies des données techniques liées à l'offre, permettront alors de construire un échancier prévisionnel Investissement-Dépenses-Recettes (analyse économique) conduisant à évaluer la rentabilité économique de ce projet (cf. § 3).

Figure 5 NOUVEAUX BESOINS / NOUVELLES DEMANDES



Source: Dr Ph. Wieser, 2000

Figure 6 MARCHE PREVISIONNEL GLOBAL



Source: Dr Ph. Wieser, 2000

### 3. Analyse économique

L'approche économique (Figure 7), basée sur un échéancier probabiliste prévisionnel «Recettes-Dépenses» (chaque donnée de l'échéancier étant valorisée par une fourchette d'incertitude min-max caractérisée par une fonction de probabilités) permettra de calculer la rentabilité de chaque variante du projet selon trois approches distinctes :

**le calcul déterministe** considérant chaque donnée comme plus probable (résultat déterministe réducteur),

**l'analyse de sensibilité** prenant en compte les fourchettes min-max d'incertitudes associées à chaque donnée, qui permet de calculer la fourchette d'incertitude globale associée à chaque critère économique résultant (VAN, TIR, ...) ainsi que l'influence, sur le résultant final, de chaque donnée de l'échéancier

**l'analyse probabiliste**, par simulation numérique, qui évalue le profil de risque du critère économique résultant (VAN, TIR, ...) associé à chaque variante de projet (scénario d'utilisation du système «AVEA»).

Dans le cadre de cette analyse économique, plusieurs logiques seront envisagées : la rentabilité directe du point de vue du promoteur du projet cherchant à couvrir, par le cash-flow induit, l'ensemble des charges d'investissement et d'exploitation, la rentabilité externe ou sociale, intégrant à plusieurs niveaux les effets économiques induits sur l'environnement (consommation énergétique, pollution locale, pollution globale), la sécurité, les équipements des infrastructures terrestres, ... ; ces facteurs sont actuellement largement pris en considération par les pouvoirs publics qui tendent à instituer un système de tarification cohérente au coût marginal de développement, voire au coût marginal social, ce qui favoriserait l'AVEA (mode de transport écologique).

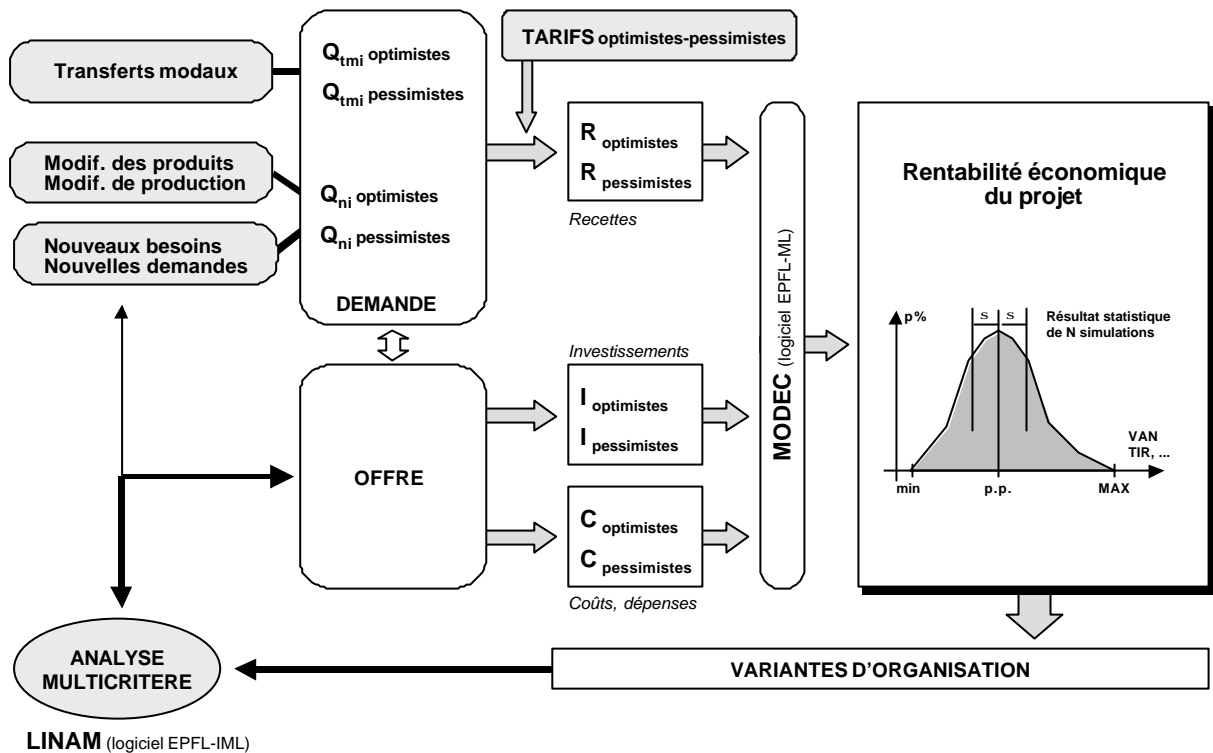
Une analyse de sensibilité et de profils de risques permettra d'apprécier l'opportunité d'intégrer dans l'analyse un champ plus large de critères économiques. Cette phase de projet conduira à construire un outil de dialogue offrant la possibilité de rechercher, entre partenaires, la meilleure clé de financement.

Couplée à une évaluation multicritère prenant en compte d'autres facteurs (techniques, environnementaux, ...), cette démarche permettra, par un processus itératif, de juger de l'opportunité de ce système de transport et de définir le ou les modèles optimaux d'exploitation (Figure 7).

En outre, il est possible, sur la base de la démarche mise en évidence à la figure 7, d'appliquer une méthodologie inverse.

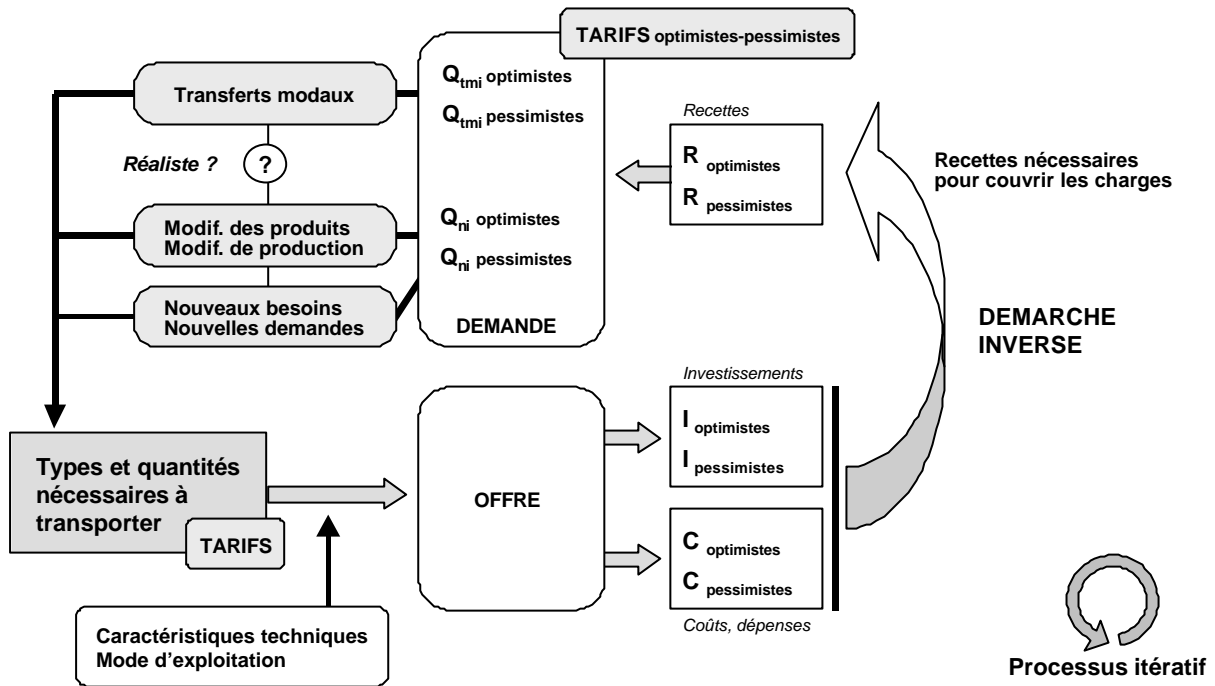
En effet, partant des investissements et des coûts (estimés comme les plus probables) issus de l'offre, il s'agira d'évaluer les recettes nécessaires garantissant la rentabilité économique de ce projet et ainsi de juger si ces recettes, compte tenu de la demande potentielle, sont réalistes en termes de nature et volumes transportés et de tarifs applicables (Figure 8). Cette démarche s'inscrit dans le cadre d'un processus itératif qui permettra de déterminer les points d'équilibre potentiels Offre-Demande (Dépenses-Recettes) selon les scénarii envisagés en termes de caractéristiques techniques de l'AVEA et du type de son exploitation.

Figure 7 APPROCHE ECONOMIQUE EN HORIZON PROBABILISTE



Source: Dr Ph. Wieser, 2000

Figure 8 APPROCHE ECONOMIQUE EN HORIZON PROBABILISTE (Variante)



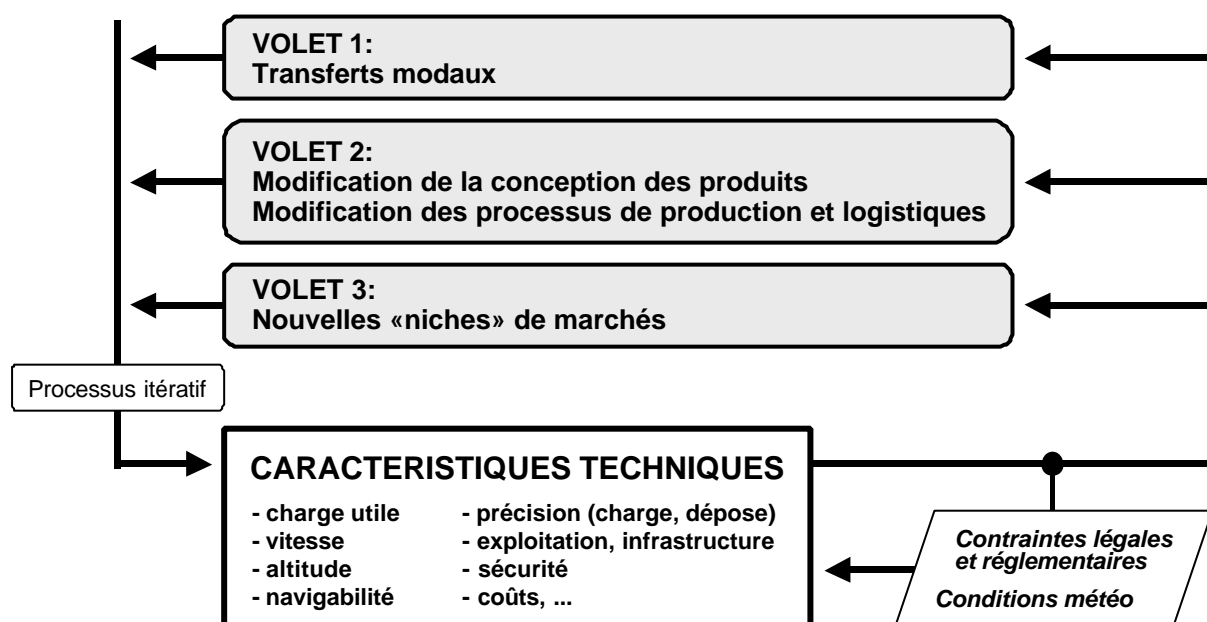
Source: Dr Ph. Wieser, 2000

## 4. Synthèse (Procédure)

Les 3 volets de l'étude de marchés (cf. § 2) sont interdépendants et liés aux caractéristiques techniques de l'AVEA.

Il s'agira ainsi, dans toutes les phases de cette étude, d'entretenir un dialogue permanent et efficace entre le groupe chargé de l'analyse de la demande et celui responsable des études techniques: processus itératif (Figure 9)

Figure 9 PROCESSUS ITERATIF

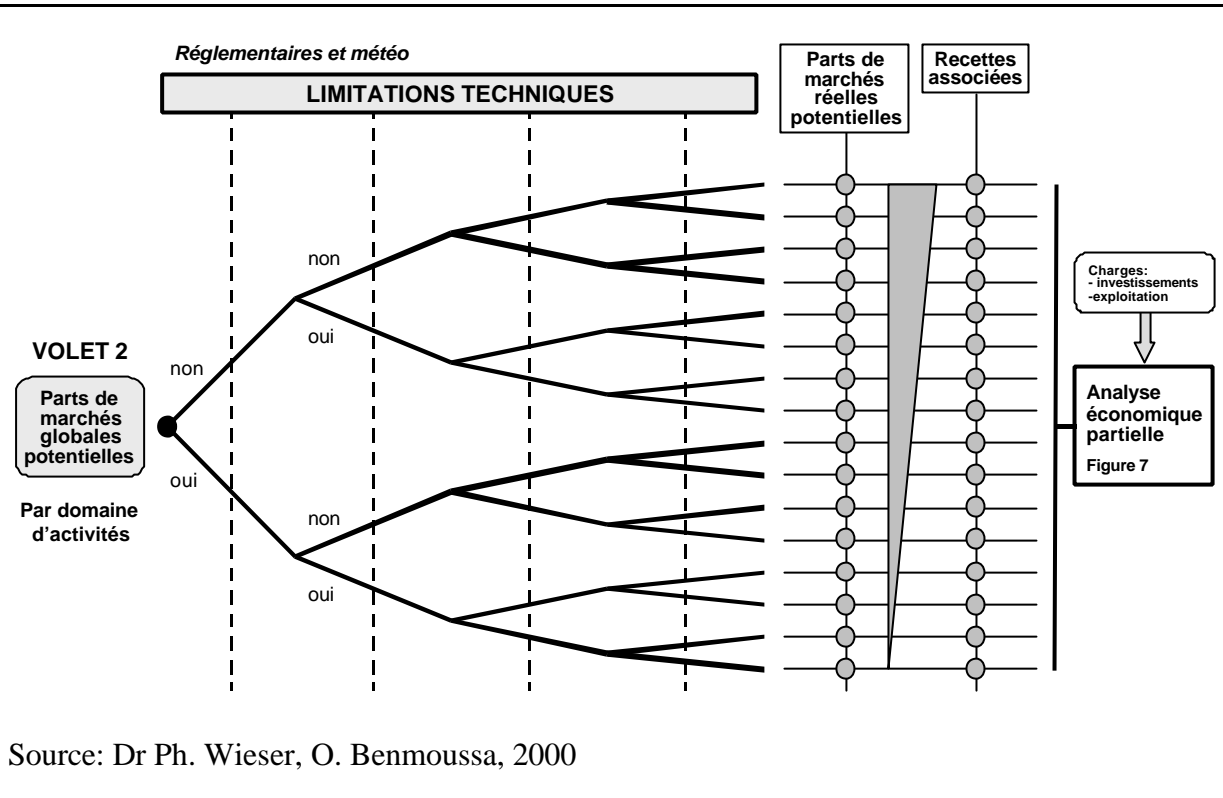


Source: Dr Ph. Wieser, O. Benmoussa, 2000

Par ce processus itératif (Figure 9), la demande potentielle (étude de marchés intégrant les 3 volets identifiés) conditionnera les caractéristiques techniques de l'AVEA et réciproquement. Cette réciproque influencera ainsi directement l'analyse économique de ce projet.

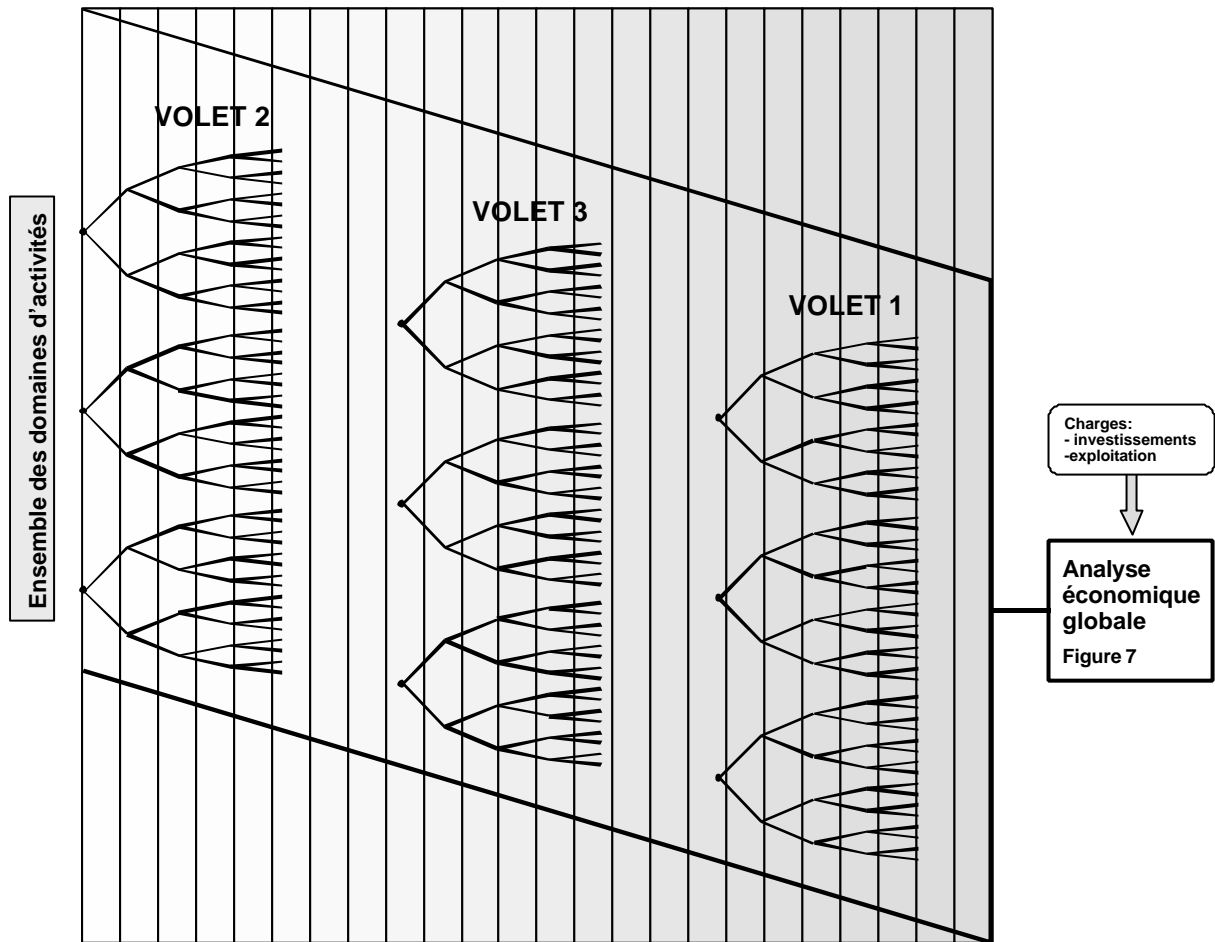
Les résultats de la modélisation combinés à une approche bayésienne (arbre de décision, figures 10 & 11, respectivement approche locale par domaine d'activités pour le volet 2 et approche globale, tous domaines d'activités et tous volets d'étude confondus) permettront de juger de la rentabilité de l'AVEA en fonction des contraintes ou limitations techniques qui auront une influence directe sur les marchés potentiels (prise en compte ou élimination des parts de marchés).

Figure 10 ANALYSE BAYESIENNE PAR DOMAINE D'ACTIVITES



Source: Dr Ph. Wieser, O. Benmoussa, 2000

Figure 11 ANALYSE BAYESIENNE GLOBALE



Source: Dr Ph. Wieser, O. Benmoussa, 2000



## 5. Références

Dr Ph. Wieser, O. Benmoussa, Modification des processus logistiques et de production : rapport méthodologique, Lausanne, juin 2000

O. Benmoussa, E. Parmigiani, Description technico-économique du dirigeable AVEA de transport de charges lourdes et/ou encombrantes, Bordeaux, juillet 2000

Dr Ph. Wieser, O. Benmoussa, Actes du séminaire AVEA, Paris, octobre 2000

O. Benmoussa, Ph. Guicheteau, description d'une chaîne de transport par AVEA, Paris, janvier 2001