

SESSION 2012

**AGRÉGATION
CONCOURS EXTERNE**

**Section : ÉCONOMIE ET GESTION
Option : SYSTÈME D'INFORMATION**

**ÉTUDE DE CAS SUR LA GESTION DES
ENTREPRISES ET DES ORGANISATIONS**

Durée : 5 heures

Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

Lexique SQL autorisé.

Règle à dessiner les symboles de l'informatique autorisée

L'usage de tout autre ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P.

A

DOCUMENTS REMIS AUX CANDIDATS

Présentation générale du projet NUM'AIR

Dossier 1 – Pilotage du projet et gestion des connaissances

Dossier 2 – Accès aux services

Dossier 3 – Utilisation d'une solution de gestion du cycle de vie du produit

Annexes

Annexe 1 – Éléments de coûts du projet

Annexe 2 – Schéma relationnel de la base de données Myriade

Le(a) candidat(e) est invité(e) à définir les principaux concepts mobilisés dans ses réponses.

Présentation générale du projet NUM'AIR

Un projet fédérateur pour les entreprises aéronautiques

Lancés en France en 2005, les pôles de compétitivité visent à soutenir des filières industrielles en fédérant l'activité de tous les acteurs situés sur un même territoire géographique.

Le pôle de compétitivité aéronautique et spatial « Pégase » de la région Provence Alpes-Côtes d'Azur a pour objectif de soutenir la conception de nouvelles solutions aérospatiales. Il recherche également de nouvelles opportunités d'usages, c'est-à-dire la possibilité d'apporter - souvent à d'autres secteurs d'activités- des usages innovants grâce aux technologies développées dans l'aéronautique. Dans cette région, les entreprises du domaine des technologies numériques (Dassault Systèmes, Siemens, PLM Software...) disposent de moyens et d'expertise qui doivent permettre aux PME utilisatrices d'accélérer et d'optimiser les phases de fabrication des avions (conception, production, certification, essai...). Les gains de compétitivité attendus se situent autant au niveau de l'optimisation des processus et de la maîtrise des coûts, que des capacités de collaboration entre les entreprises de la filière. C'est pour cette raison que le projet NUM'AIR a été lancé au début de l'année 2007. Il s'agit d'une plateforme de services numériques pour aider les entreprises adhérentes à développer de nouvelles applications aéronautiques. Cette plateforme dispose d'un budget global de plus de 5 millions d'euros et est opérationnelle depuis avril 2011, 4 ans après son lancement.

NUM'AIR, un portail proposant un hub de services

La plateforme NUM'AIR est dotée d'outils et de moyens matériels et humains permettant d'accompagner les entreprises de l'aéronautique sur tout le cycle de vie d'un avion, de la phase de conception, jusqu'à l'exploitation et la maintenance.

Cette plateforme d'innovation va servir la stratégie de différenciation sur les technologies clés du pôle Pégase ainsi que la dissémination de l'innovation entre les membres du pôle. Il s'agit de proposer un *hub* de services sur les cinq applications majeures suivantes :

1. Un centre de prototypage et de fabrication rapide ;
2. Un centre de simulation de mission et de conditions d'exploitation des avions ;
3. Un centre d'essais et de certification ;
4. Un centre de simulation numérique scientifique ;
5. Un centre de mutualisation des connaissances.

Ces centres sont accessibles à travers des outils numériques à partir d'un guichet d'accès unique en ligne. Sur la base d'un portail de services interactif et de flux d'échanges entre machines, NUM'AIR favorisera l'utilisation des centres d'innovation nécessaires au développement des technologies clés de la filière aéronautique. Il s'agira donc d'accompagner les PME dans l'intégration numérique de leur Recherche & Développement en leur fournissant des services collaboratifs dématérialisés : maquette virtuelle, calcul de simulation, moyens d'essais et de validation... À terme, il s'agit également de créer un réseau d'experts en simulation numérique capables de prendre en charge des problématiques liées aux usages de l'aéronautique.

Au-delà des objectifs qui lui sont propres, NUM'AIR doit également permettre de dynamiser l'innovation autour de l'aéronautique et de renforcer le tissu des PME autour des grands donneurs d'ordre. Enfin, pour assurer l'animation et le fonctionnement quotidien de

NUM'AIR, une équipe constituée de professionnels d'horizons et de compétences variés a été mobilisée à partir de début 2011.

Le financement de NUM'AIR

La mise en place des services de la plateforme NUM'AIR est financée par des fonds publics (collectivités territoriales, État, fonds européens...) mais le projet doit être autonome quant à son fonctionnement. Celui-ci sera assuré par des formules d'abonnement dont la tarification n'a pas encore été définitivement établie.

DOSSIER 1

Pilotage du projet et gestion des connaissances

Document à utiliser : annexe 1

Conception, prototypage et essais

Les processus de conception, d'essais et de certification représentent un pourcentage très important du prix d'un produit aérospace. Les PME de la filière sont souvent tributaires de ces procédés coûteux qui freinent la mise directe sur le marché des produits issus de « petits » maîtres d'œuvre. Les expertises et les moyens des grands donneurs d'ordre (Dassault, Eurocopter, Thales...) et des laboratoires de recherche régionaux vont être mis au service des PME, afin de les adapter à des appareils ou briques technologiques nouvelles (drone, procédés de contrôle, système de fabrication...).

Les technologies de fabrication des pièces d'aéronefs ont considérablement progressé ces dernières années. Il est désormais possible de dessiner des pièces très complexes et de les fabriquer à l'aide de machines en pulvérisant un nuage de poudre très fine et en agglomérant cette poudre à l'aide de rayons laser. Il s'écoule seulement 4 heures entre le moment où le dessin est intégré dans la machine et le moment où la pièce est fabriquée. Ces pièces peuvent alors servir de moule ou de pièce d'essai pour le prototype.

Simulation des missions, certification et simulation scientifique

Du succès de la conception d'un aéronef dépend en grande partie sa facilité de maintenance. Un aéronef est en très grande partie conçu en fonction des missions qu'il est sensé exercer tout au long de sa vie. Mais ces missions évoluent considérablement au cours du cycle de vie des avions, qui dure souvent plus de quarante ans, entre la conception et le retrait du service. Il s'agit alors d'anticiper autant que possible les évolutions probables des missions et des contextes dans lesquels elles interviendront. Cette phase de simulation de mission devrait permettre d'anticiper certaines contraintes des cahiers des charges des aéronefs.

Les calculs établis lors de la conception sont toujours validés par des essais grandeur nature (rupture des matériaux, compatibilité électromagnétique, tests de vieillissement...) et également par une phase de certification. Cette dernière consiste à élaborer une procédure extrêmement précise des conditions de fabrication des éléments destinés à être mis sur les avions. La certification consiste à juger autant le produit que le processus de production lui-même.

Le centre de simulation des missions mutualisera les compétences et outils nécessaires à l'élaboration d'une maquette virtuelle qui deviendra souvent l'élément central d'un projet de recherche et développement et un atout supplémentaire pour le marketing et la commercialisation. Il s'agit de mettre à disposition des utilisateurs des moyens de visualisation innovants, l'objectif final étant de visualiser la maquette dans ses conditions d'exploitation. Il est également envisagé de proposer une utilisation plus aval de la maquette numérique pour des fonctions de marketing ou de formation.

Enfin, les simulations numériques scientifiques reposent sur la mise œuvre de modèles théoriques utilisant souvent la technique des éléments finis. NUM' AIR proposera des services autour de différents types de calculs scientifiques.

La réalisation du projet

Cinq intégrateurs de technologies (Siemens, IBM, CISCO et Thales et Dassault Systèmes) avaient proposé de réaliser le projet selon le cahier des charges imposé par le pôle Pégase, avec les éléments de coûts et de délais présentés ci-dessous.

La phase de choix du prestataire a duré 6 mois et a coûté 110 k€ de réalisation de devis auquel s'ajoute le coût des personnes du pôle affectées à la définition du cahier des charges (deux personnes à plein temps pendant 6 mois à un taux de 350 € par jour/homme).

Pour chaque prestataire potentiel, une note de risque de 1 à 5 concernant les tenues de délais, la qualité de réalisation, et de coûts a été attribuée (1 exprime un risque faible et 5 un risque très élevé). Le risque de coût concerne la révision des coûts initialement prévus dans le devis en fonction d'éléments imprévus du projet. Ce risque est en partie fondé sur la réputation de l'intégrateur et ses projets initialement conduits.

	Devis	Délais proposés	Risque délais	Risque qualité	Risque coûts
SIEMENS	4,8 M €	48 mois	1	2	1
THALES	4,3 M€	48 mois	2	3	2
CISCO	5,3M€	40 mois	2	3	2
IBM	6,9 M€	36 mois	4	3	4
DASSAULT SYSTEMES	6,7 M€	36 mois	4	2	2

En définitive, aucun des cinq prestataires potentiels mentionnés n'a été retenu, puisque le projet a été mené en interne par les salariés de Pégase, avec l'aide de la société Cap Gemini.

Une base de connaissances et de mutualisation des expertises

De nombreuses informations nécessaires aux activités industrielles n'ont pas comme support des documents papier ou numériques, mais résident dans les pratiques des acteurs. Plusieurs enquêtes auprès des adhérents du pôle de compétitivité ont démontré que les collaborateurs consacrent beaucoup de temps et d'argent pour accéder à des informations. Souvent, un même collaborateur entreprend plusieurs fois la même démarche dans un intervalle de temps qui ne lui permet pas de se souvenir ni du résultat de sa recherche précédente, ni même de sa démarche d'investigation. De même, deux collaborateurs différents peuvent avoir des requêtes presque identiques en même temps. L'accès à toutes ces informations peu formalisées et disséminées est un problème majeur de l'activité et les collaborateurs passent environ 50% de leur temps professionnel à chercher et construire des informations pertinentes. L'un des enjeux de NUM'AIR consiste donc à construire, à partir de connaissances tacites, non structurées et peu documentées, une base de connaissances explicites et accessibles aux collaborateurs. Par exemple, les résultats chiffrés des tests sur des essais de compatibilité électromagnétique entre deux composants n'est véritablement exploitable pour une personne n'ayant pas participé aux tests que si des commentaires sur les difficultés de mise en œuvre des tests sont disponibles (nombre de personnes nécessaires, temps de mise en œuvre, difficulté pour monter les manipulations...). Et souvent, les connaissances les plus pertinentes sont à la fois tacites (liées à la pratique et peu structurées) mais aussi réparties entre plusieurs personnes. Concrètement, cette base de connaissances pourrait être stockée sous la forme de données fréquemment posées (*Frequently Asked Questions*, FAQ), de pratiques recommandées, ou encore de *forums*.

Les données des organisations qui participent à la plateforme NUM'AIR vont être entièrement reproduites et archivées sous forme électronique au moyen de *scanners* qui génèrent des documents de forme texte, grâce à un logiciel hautement performant de reconnaissance de caractères (OCR). Ces documents peuvent être consultés par l'ensemble des participants à la plateforme, en fonction de droits d'accès préalablement négociés. Ainsi, par exemple, certaines données propres à une entreprise peuvent être dématérialisées et archivées dans NUM'AIR, mais consultables uniquement par certains des membres de cette entreprise et d'autres informations peuvent être partagées, en fonction des droits respectifs des utilisateurs.

Par exemple, certains plans, gammes de fabrication ou coûts associés à des équipements peuvent être mis en commun, ce qui permet de connaître avec une approximation et des délais acceptables des prévisions de coûts associés aux solutions techniques envisagées. Le système est donc par nature ouvert vers l'extérieur, ce qui pose au moins deux types de problématiques. D'une part, l'intégrité et l'authenticité des documents nécessitent une signature électronique associée à chaque document. Ils peuvent alors être transmis vers d'autres systèmes avec un contrôle concernant leur contenu et la source du document identifié. D'autre part, le portail d'accès des données comprend un moteur de recherche spécialisé permettant de rechercher l'ensemble des documents. De façon classique, ce moteur permet de rechercher une chaîne de caractères, mais il permet également d'extraire des documents selon plusieurs axes de recherche :

- entreprise adhérente ;
- clients (numéro SIRET ou identifiant défini) ;
- affaire industrielle en cours (identifiée par un code et une nomenclature) ;
- types de technologies utilisées (par exemple, prototypage rapide...) ;
- familles de produit ;
- phases du *process* industriel ;
- compétences (en fonction de noms génériques et de sous rubrique).

Il a donc fallu répertorier, organiser et indexer une quantité d'informations extrêmement importante. L'établissement de la nomenclature à elle seule, a pris quatre mois de travail à une équipe de quatre personnes. En décembre 2010, plus de 90 000 dossiers ont été identifiés et archivés, ce qui représente environ une base de 750 To. Ici, un dossier est un regroupement jugé pertinent de plusieurs types de documents (feuilles de calcul, dessins techniques, gamme de montage... et même des fichiers audios et vidéos). Parallèlement, un système d'authentification pour l'échange des données à distance permet la gestion étendue des droits d'accès.

Deux modules complémentaires à la base de connaissances

Un module spécifiquement dédié à la résolution de problèmes techniques (fabrication de composites ...) nommé *Xpair*, fait l'objet d'un abonnement dont la tarification est spécifique. Cette application est destinée à aider le raisonnement par cas, dont le principe consiste à stocker dans une base de données les expériences passées de divers spécialistes. Chaque expérience est un cas, auquel on attribue des paramètres d'identification et d'indexation. Par la suite, lorsqu'un utilisateur est confronté à une situation qui présente des paramètres semblables, celui-ci pourra trouver dans la base de cas ceux qui présentent le plus de similarité et évaluer les solutions pour son propre problème. Les solutions choisies pour la situation en cours sont ensuite stockées et constituent un nouveau cas qui alimente la base de connaissances.

Le module *Référen-ciel* a pour but l'établissement d'un référentiel commun de données techniques et commerciales et à terme, la mutualisation de certaines informations. Il s'agit donc d'une part de partir des référentiels très hétérogènes des entreprises adhérentes pour les intégrer dans un référentiel unique et d'autre part de définir les catégories qui permettront les usages des données ainsi collectées. Ce module est très sensible, car il contient le cœur des données de sous-traitance (données de coûts, base clients, nomenclatures techniques, taux de défaillance théorique et réel des composants ...). L'accès à ces données présente donc un risque important, puisqu'elles sont au cœur des métiers des différents intervenants. La gestion de ces données et les droits d'accès qui leurs sont associés constituent donc un choix politique majeur et les entreprises adhérentes hésitent à laisser celles-ci à la disposition des autres.

Un logiciel d'intelligence économique

Le projet NUM'AIR a aussi l'ambition d'être le support d'une démarche d'intelligence économique. L'idée générale est de collecter et consolider des informations sur l'environnement et de les mutualiser au sein de la plateforme. La démarche d'intelligence économique s'intègre dans une démarche plus générale d'identification et de gestion des risques. Pour cela, la solution logicielle de la société *Sky mind* a été retenue. Cette société dispose en effet d'un centre de calcul pour l'extraction, l'annotation, la visualisation et la diffusion des données. Grâce à cette solution, il est par exemple possible d'identifier des opportunités commerciales, de cibler des entreprises partenaires ou de futures acquisitions, ou encore d'anticiper des évolutions réglementaires. Les entreprises adhérentes à la plateforme NUM'AIR pourront accéder aux fonctionnalités du logiciel à partir de l'environnement de travail en mode *software as a service*, par l'intermédiaire d'un portail d'accès entièrement personnalisable.

Concrètement, il s'agit de mettre à disposition des adhérents une base de données de plus de 400 000 sources d'informations : sites web, moteurs de recherche, forums, lettres périodiques (*news letters*), flux RSS, journaux en ligne, articles de recherche, portails d'actualités, bibliothèques en ligne, études et rapports de conseil d'administration, revues professionnelles...), regroupées en bouquets sectoriels et qualifiées par des experts. Cette base de données est enrichie quotidiennement de nouvelles sources de données qui sont automatiquement placées dans une base intermédiaire, puis quand celle-ci est validée par les experts du domaine (évaluation de la fiabilité de la source et des données) les nouvelles sources sont définitivement intégrées à la base. Les principales fonctionnalités de la solution *Sky mind* sont les suivantes :

- Gestion des différentes langues : encodage des principales langues non occidentales (arabe, russe, chinois, japonais) et recours à un algorithme multilingue permettant de regrouper des informations relatant un même événement ;

- Moteur d'annotations sémantiques et structuration automatique des données hétérogènes, avec des graphes d'analyse interactifs et analyses cartographiques : tableaux croisés, positionnement géographique, mesure et identification de l'intensité du changement, corrélations entre données... ;
- Gestion des principaux formats bureautiques (pptx, pdf, docx...) et web (html, java, xml, flash...) et paramétrage complet des outils de *crawling* ;
- Génération et administration de support de diffusion (lettre de diffusion, *pushmail*, rapports périodiques...) avec mises à jour automatisables et annotations sémantiques ;
- Intégration des réseaux sociaux (*facebook*, *linkedIn...*), de microblogage (*Twitter...*) et des sites de mutualisation (*slideshare*, *googledocs...*).

TRAVAIL À FAIRE

Question 1.1 : Discuter le choix de réaliser le projet NUM'AIR en interne au détriment du recours à des sous-traitants. À partir du tableau de coût en annexe, proposer une autre méthode de choix dont vous identifierez les avantages et les limites.

Question 1.2 : Proposer et justifier une méthode de tarification des services dispensés par NUM'AIR.

Question 1.3 : Analyser dans quelle mesure les dispositifs mis en place permettent une gestion effective des connaissances dans le cadre du projet NUM'AIR.

Question 1.4 : Expliquer les technologies permettant de répondre à la problématique d'intégrité et d'authenticité des documents dans le cadre d'une politique de gestion des connaissances. Quels sont les freins à ces technologies ?

DOSSIER 2

Accès aux services

Comme il a été dit précédemment, la plateforme NUM'AIR est un point d'entrée unique pour les PME du secteur pour leur faciliter l'accès à des services spécifiques ainsi qu'à des solutions tierces, mais c'est aussi un espace de mutualisation avec leurs partenaires (experts scientifiques, donneurs d'ordre de la région, organismes de formation...). De ce fait l'accès aux différents services offerts par NUM'AIR nécessite un système d'authentification efficace et sûr.

La plate-forme doit être accessible à différents types d'acteurs, à savoir :

- PME du pôle de compétitivité Pégase
- Grandes entreprises du pôle de compétitivité Pégase
- Entreprises d'autres pôles pouvant être intéressées
- Établissements de recherche et d'enseignement
- Acteurs clés locaux : CEV, Dassault Aviation, autres pôles, etc.

En outre le développement de la mobilité et la multiplicité des accès nécessitent la mise en place d'infrastructures permettant d'assurer la sécurité des accès à la plateforme NUM'AIR. La technologie du réseau privé virtuel (VPN) a été retenue pour sécuriser les accès.

TRAVAIL À FAIRE

Question 2.1 : Proposer une représentation des données nécessaires à la gestion de l'accès à la plateforme NUM'AIR.

Question 2.2 : Identifier les difficultés inhérentes à la mise en place du système d'authentification à la plateforme NUM'AIR.

Question 2.3 : Proposer un système d'information pour la gestion de l'accès à la plateforme NUM'AIR. Vous en détaillerez les composantes organisationnelles, humaines et technologiques.

Question 2.4 : Justifier le fait que la technologie du réseau privé virtuel soit adaptée pour l'accès à la plateforme NUM'AIR et en proposer une déclinaison en termes de protocoles.

Question 2.5 : Détailler le rôle des différents équipements d'infrastructure dans la mise en œuvre du réseau privé virtuel.

DOSSIER 3

Utilisation d'une solution de gestion du cycle de vie du produit

Document à utiliser : annexe 2

La plateforme NUM'AIR prévoit d'intégrer une solution de gestion du cycle de vie du produit ou PLM (*Product Lifecycle Management*) et la solution de PLM déjà adoptée par Myriade, une PME adhérente du pôle de compétitivité, fait l'objet d'une étude d'opportunité. Myriade est spécialisée dans la fabrication d'objets d'aménagement intérieur des avions (sièges, rideaux, moquette ignifugée ...). Elle reçoit de ses clients des matières (tissus, cuirs, plastiques...) qu'elle confectionne en articles correspondants aux spécifications techniques. Pour répondre au cahier des charges des donneurs d'ordres pour lesquels elle travaille, cette société s'est dotée en 2008 d'une solution de PLM livrée et maintenue par la société *Proelan* et développée en langage *Java*. Cette solution exploite une base de données par le biais d'un intranet et est basée sur l'architecture J2EE. Elle est hébergée en interne sur un serveur qui puise des informations dans la base de données, pour présenter, selon les principes du Modèle Vue Contrôleur, une interface ergonomique aux utilisateurs, qui peuvent suivre l'évolution des produits tout au long de la vie des aéronefs.

Un extrait du schéma relationnel de la base de données est présenté en annexe 2.

TRAVAIL À FAIRE

Question 3.1 : Réaliser, à partir du schéma relationnel présenté en annexe 2, les requêtes SQL permettant :

- 1) de donner la liste des opérations qui nécessitent de la colle (numéro de produit 215) ;
- 2) de calculer le temps total de fabrication de la version numéro 1 de la référence R7845 ;
- 3) de calculer le coût en fourniture de l'étape numéro 2 de la version numéro 1 de la référence R7845 ;
- 4) de lister les références dont aucune version n'a encore été validée par la direction.

Question 3.2 : Proposer un diagramme des classes correspondant aux besoins informationnels présentés dans le schéma relationnel de l'annexe 2.

Question 3.3 : Donner la définition des classes OPERATION, PRODUIT, PRODUIT_CLIENT, FOURNITURE, ARTICLE, ARTICLE_FINI.

Question 3.4 : Écrire la méthode AFFICHE_COMPOSANTS() qui permet d'afficher à l'écran la liste et la quantité des articles nécessaires à la réalisation d'une étape. Les propriétés étant privées, les méthodes nécessaires devront être proposées. Si une fourniture est requise, son unité décomposable sera affichée en précision complémentaire.

Question 3.5 : Expliquer la propriété de la programmation orientée objet mise en œuvre pour réaliser la méthode AFFICHE_COMPOSANTS().

Question 3.6 : Présenter l'architecture mise en œuvre, en présentant les composants indispensables.

Annexes

Annexe 1 : Éléments de coûts du projet

Les charges d'infrastructures et de fonctionnement sont communes aux 5 centres de services. Les charges d'infrastructure auraient dans tous les cas été consommées, car ces dernières servent aussi à un autre projet du pôle.

- Durée des amortissements des équipements : 3 à 10 ans, selon les équipements.
- Amortissements annuels 870 k€ (valeur moyenne sur 5 ans).
- Frais de fonctionnement annuels 700 k€ (valeur moyenne sur 5 ans).
- Chiffre d'affaires annuel minimum attendu 1.600 k€ ht (valeur moyenne sur 5 ans), qui se répartit à hauteur de 20% sur les deux centres de simulation, 10% sur le centre d'essai et le solde restant sur les autres centres.

Les coûts pour les 5 centres de services de NUM' AIR sont répartis de la façon suivante :

REPARTITION DES COUTS PAR FONCTION	k€	TOTAL k€
Centre de prototypage et fabrication rapide (a)		1.163
Stations de travail	210	
Logiciels (y compris maintenance)	208	
Design et ingénierie de maquettes numériques	535	
Création de documentation technique et contenu 3D pour le web	120	
Autres besoins	90	
Centre de simulation de mission et d'exploitation des aéronefs (b)		520
Sphères de visualisation modulaires et <i>serious game</i>	210	
Simulation des contraintes statiques	250	
Autre besoins	60	
Centre d'essais et de certification (c)		1.025
Etude des régimes transitoires et des modèles de vol	465	
Commandes et systèmes	380	
Etablissement des modèles de jauges de contraintes	120	
Autres besoins	60	
Centre de simulation numérique scientifique (d)		845
Modèle de simulation de compatibilité électromagnétique	120	
Essai d'environnement acoustique	150	
Tenue des contraintes dynamiques (vibration, crash ...)	250	
Achats d'études	200	
Autres charges	125	
Centre de mutualisation des connaissances (e)		810
Etablissement des procédures de veille	190	
Logiciels	250	
Bases de données	80	
Achat d'études	290	
Charges d'infrastructures communes aux 5 centres (f)		665
Charges de fonctionnement communes aux 5 centres (g)		500
TOTAL a + b + c + d + e + f + g (en k€)		5.528

Annexe 2 : Schéma relationnel de la base de données Myriade

REFERENCE (id, ref_client, id_client, libellé)

Clef primaire : id

Clef étrangère : id_client en référence à id de CLIENT

La référence est la dénomination des articles qui sont fabriqués par la société Myriade. Elle comprend le numéro de la référence qu'utilise le client pour l'identifier. On trouve également dans cette table l'identifiant du client pour qui cette référence est fabriquée et son libellé exact. Comme Myriade fabrique des articles sur mesure pour ses clients, une référence n'est proposée qu'à un seul client.

VERSION (num_version, id_reference, date_création, coût)

Clef primaire : num_version, id_reference

Clef étrangère : id_reference en référence à id de REFERENCE

Chaque référence possède une ou plusieurs versions de fabrication. La version de fabrication est intimement liée à l'article dont elle décrit les étapes de production. Chaque version possède une date de création, un temps de main d'œuvre nécessaire pour la réalisation de la référence, ainsi qu'un coût unitaire par référence fabriquée. Ces deux dernières informations sont établies par des calculs et servent d'indicateurs de performance.

ETAT (id, nom_etat)

Clef primaire : id

POSSEDE (num_version, id_reference, id_etat, date_obtention)

Clef primaire : num_version, id_reference, id_etat

Clefs étrangères :

num_version, id_reference en référence à num_version, id_reference de VERSION

id_etat en référence à id de ETAT

Une version de fabrication suit un cycle de vie qui la mène d'un état de "En projet", à celui de "Testée", avant d'obtenir peut-être celui de "Validée par le bureau des méthodes", puis "Validée par le client" et "Validée par la direction", à moins d'être "Rejetée". Si elle possède l'état "Validée par la direction", elle est retenue comme version à respecter par le service production, jusqu'à ce qu'une version plus performante vienne la remplacer et qu'elle devienne alors "Abandonnée". Il faut connaître les dates de passage à ces différents états.

ETAPE (id_version, id_reference, num_ordre, nom, présentation, temps)

Clef primaire : num_version, id_reference, num_ordre

Clef étrangère :

num_version, id_reference en référence à num_version, id_reference de VERSION

Une étape de fabrication est elle aussi intimement liée non seulement à une référence, mais aussi à sa version de fabrication. Une étape possède un numéro d'ordre qui correspond à celui de sa position dans l'ordre chronologique. On dispose, pour chaque étape, de son nom, d'une présentation et d'un temps d'exécution.

OPERATION (id, nom, descriptif, temps_standard)
Clef primaire : id

L'étape se décompose en opérations standardisées, avec un descriptif précis de celles-ci. Ces opérations peuvent être réalisées pour des étapes différentes. En effet, une opération est un process de base réutilisable.

SEDEROULE (num_version, id_reference, num_ordre, id_operation, temps_personnalisé, temps_client)
Clef primaire : num_version, id_reference, num_ordre, id_operation
Clefs étrangères :
num_version, id_reference en référence à num_version, id_reference de VERSION
id_operation en référence à id de OPERATION

Pour chaque opération d'une étape, on dispose de son numéro d'ordre au sein de l'opération, mais aussi un temps personnalisé, estimé par le bureau des méthodes (qui peut être différent du temps standard), et un temps estimé par le client pour qui est réalisée la référence.

DEMANDE (id_operation, id_produit, quantité)
Clef primaire : id_operation, id_produit
Clefs étrangères :
id_operation en référence à id de OPERATION
id_produit en référence à id de PRODUIT

GENERE (id_operation, id_produit, quantité)
Clef primaire : id_operation, id_produit
Clefs étrangères :
id_operation en référence à id de OPERATION
id_produit en référence à id de PRODUIT

Chaque opération nécessite que soit consommé un certain nombre de produits pour générer une certaine quantité de produits semi-finis ou finis.

PRODUIT (id, libelle)
Clef primaire : id

Un produit peut désigner aussi bien une fourniture, qu'un composant de base, un article semi-fini ou fini.

FOURNITURE (id_produit, unite_decomposable, unite_conditionnement, prix_unite_decomposable)
Clef primaire : id_produit
Clef étrangère : id_produit en référence à id de PRODUIT

Les fournitures sont produites mais sont également des matières premières dont doit disposer l'entreprise pour fabriquer ses articles. On trouve, par exemple dans cette catégorie, de la colle (par pot de 200 ml), ou des rivets (taille 5 X 30 par sachets de 1000). On a plus de 2500 références de fournitures. L'unité décomposable indique l'unité dans laquelle peut être décomposée la fourniture. Dans les exemples donnés ci-dessus, la colle peut être décomposée en millilitres, alors que les rivets le seront par unités. L'unité de conditionnement est le

nombre d'unités décomposables sous lequel se présente la fourniture. Dans nos exemples on aura pour la référence de la colle 200 alors que l'unité de conditionnement des clous est de 1000. On connaît également le prix d'une unité décomposable.

ARTICLE (id_produit, id_poids)

Clef primaire : id_produit

Clef étrangère : id_produit en référence à id de PRODUIT

Les articles sont les produits semi-finis ou finis. Ils ont un poids, ainsi que toutes les caractéristiques d'un produit.

PRODUIT_CLIENT (id_produit, id_reference_client)

Clef primaire : id_produit

Clef étrangère :

id_produit en référence à id de PRODUIT

id_reference_client en référence à ref_client de REFERENCE

Les produits clients sont les matières livrées aux clients. Pour ces produits spécifiques, on doit connaître sous quelle référence elle est mentionnée par le client (la référence interne appliquée par Myriade diffère en effet de la référence qu'utilisent les partenaires de la société).

ARTICLE_FINI (id_produit, type_conditionnement_stockage)

Clef primaire : id_produit

Clef étrangère : id_produit en référence à id de PRODUIT

Les articles finis sont les produits finis réalisés par l'entreprise. C'est l'identifiant de produit qui correspond à la référence que l'on veut fabriquer. Pour chaque produit fini, on doit connaître son poids, le type de conditionnement sous lequel il est stocké.