

# Mise en place d'une GPAO Pour le projet Bati3D Définition Détaillée



MOTS-CLES	Projet BATI3D, GPAO, EVAFI
RESUME	Ce rapport a pour objectif de spécifier une Gestion de Production Assistée par Ordinateur pour le processus de production Bati3D. Comme d'autres besoins proches existent à l'IGN en matière de gestion de production, nous avons tenté de spécifier un système assez générique pour qu'il puisse s'adapter à d'autres processus.



Institut Géographique National DT/SR	Projet BATI3D	Edition : <b>1.5</b> Date: 18 octobre 2007
GPAO – Définition Détaillée		Page : 3 sur 33

<b>DIFFUSION</b>
------------------

## Jury de l'examen EVAFI

Charles Wagner	SDOG – président du jury
Frank Fuchs	SR
Pierre-Yves Hardouin	SBI
Martine Dupuis	SREF
Laurent Quêne	DT
Stéphane Pelle	SBV
François Dubreil	SIEL
Véronique Lemaire	ENSG

Institut Géographique National DT/SR	Projet BATI3D	Edition : <b>1.5</b> Date: 18 octobre 2007
GPAO – Définition Détaillée		Page : 4 sur 33

## SOMMAIRE

<b>A</b>	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>5</b>
A.1	CONTEXTE .....	5
A.2	OBJECTIF DU DOCUMENT .....	5
A.3	DOMAINE D'APPLICATION.....	5
A.4	DOCUMENTS DE REFERENCE .....	5
A.5	TERMINOLOGIE.....	6
<b>B</b>	<b>RECUEIL DU BESOIN.....</b>	<b>7</b>
B.1	LE PROCESSUS BATI3D .....	7
B.1.1	<i>Le processus.....</i>	7
B.1.2	<i>La gestion par lots.....</i>	9
B.1.3	<i>Les contraintes spécifiques .....</i>	9
B.1.4	<i>Conclusion : le besoin pour le processus Bati3D.....</i>	9
B.2	AMELIORATION DU RGEALTI.....	10
B.2.1	<i>Le processus.....</i>	10
B.2.2	<i>Conclusion : le besoin pour le processus RGEAlti .....</i>	10
<b>C</b>	<b>ANALYSE DE L'EXISTANT .....</b>	<b>12</b>
C.1	LA GESTION DE PRODUCTION A L'IGN .....	12
C.1.1	<i>GPAO du processus d'amélioration du RGEAlti.....</i>	12
C.1.2	<i>GPAO de la BDParcellaire .....</i>	14
C.1.3	<i>Automatisation de la production de la carte à la carte .....</i>	17
C.2	LA GESTION DE PRODUCTION HORS DE L'IGN .....	18
C.2.1	<i>SAP et les autres .....</i>	18
C.2.2	<i>MSProject ou Open WorkBench.....</i>	18
C.2.3	<i>Les ordonnanceurs .....</i>	18
C.3	CONCLUSION DE L'ANALYSE DE L'EXISTANT .....	20
<b>D</b>	<b>ANALYSE FONCTIONNELLE.....</b>	<b>21</b>
D.1.1	<i>Reformulation du besoin.....</i>	21
D.1.2	<i>Créer des chantiers .....</i>	23
D.1.3	<i>Gérer des ressources.....</i>	26
D.1.4	<i>Suivre l'avancement.....</i>	27
D.1.5	<i>Traiter des tâches.....</i>	27
<b>E</b>	<b>MODELISATION DE LA BASE DE DONNEE.....</b>	<b>28</b>
E.1	LA CLASSE TACHE .....	29
E.2	LES CLASSES LOT ET CHANTIER .....	30
E.3	LES CLASSES TYPEDERESSOURCE ET RESSOURCE.....	31
<b>F</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>32</b>
<b>G</b>	<b>DOCUMENTS CITES .....</b>	<b>33</b>

Institut Géographique National DT/SR	Projet BATI3D	Edition : <b>1.5</b> Date: 18 octobre 2007
GPAO – Définition Détaillée		Page : 5 sur 33

## A Introduction

### A.1 Contexte

Le projet Bati3D, lancé en février 2006, a permis la mise en place en septembre 2007 d'un premier outil de production de modèles 3D et de MNT urbains. Cette première chaîne est une version intérimaire. Elle est opérationnelle, mais le projet Bati3D dispose de deux années supplémentaires pour l'améliorer et la compléter. L'une des améliorations prévues consiste à ajouter une Gestion de Production Assistée par Ordinateur (GPAO). Ceci avait été prévu dans le plan directeur du projet [Bati3D1], et fait l'objet du lot 9 [Bati3D2].

Une étude préalable réalisée en mars 2007 [Bati3D3] a permis d'identifier à l'IGN un besoin pour un outil de GPAO qui dépasse le cadre du projet Bati3D. En particulier, le processus d'amélioration du RGEAltI présente d'assez fortes similitudes avec le processus Bati3D (cohabitation de calculs lourds et de traitements interactifs réalisés sous GeoView) et il ne dispose pas de GPAO. Il a donc été décidé par le comité de pilotage du projet Bati3D [Bati3D4], en accord avec le SBV, d'analyser la GPAO de manière suffisamment générique pour qu'une adaptation au processus RGEAltI soit possible.

Même si la notion de GPAO n'est pas récente et qu'il en est question à l'IGN depuis longtemps, plusieurs facteurs expliquent qu'elle prenne une place de plus en plus importante à l'IGN :

- L'automatisation de plus en plus importante de nos chaînes de production a permis d'importants gains de productivité, mais ces gains restent souvent limités à cause de quelques étapes manuelles ou de la nécessité de lancer manuellement les traitements.
- La mise en place prochainement d'une solution pour le calcul distribué à l'IGN et d'un réseau Gigabit [Tantot].
- Les objectifs d'amélioration de la productivité aussi bien dans le domaine des travaux de vocation que dans le domaine compétitif.

### A.2 Objectif du document

Ce document a pour objectif de décrire le fonctionnement d'une GPAO aussi générique que possible tout en vérifiant qu'elle couvre bien les besoins particuliers des processus de production Bati3D et RGEAltI. Nous allons nous attacher dans un premier temps à étudier le besoin, puis l'existant à l'IGN et hors de l'IGN. Sur la base de cet existant, nous proposerons une définition fonctionnelle puis une modélisation des données.

La façon d'implémenter cette GPAO, les choix logiciel et matériel, l'organisation des développements et l'estimation des coûts seront traités dans une étude technique jointe à ce rapport.

### A.3 Domaine d'application

On l'a déjà signalée, cette étude vise principalement le processus de production Bati3D et dans une moindre mesure celui de l'amélioration du RGEAltI. Néanmoins, un soin particulier sera porté pour différencier dans la GPAO proposée ce qui est générique de ce qui est spécifique au processus de production. On peut donc envisager une extension à d'autres processus à l'IGN : en particulier ceux de la BDOrtho, de Litto3D ou de GeoBaseV2. D'une manière plus large, pourraient être concernés, tous les processus de production mettant en œuvre des traitements automatiques et manuels selon un enchaînement de tâches clairement défini et dont on peut estimer à priori les durées.

### A.4 Documents de référence

[Bati3D1] : Plan Directeur du Projet Bati3D, version 1.3 du 12 juin 2006.

[Bati3D2] : Proposition de développement pour l'année 2007 : Lot 9.1 du projet Bati3D, analyse de la GPAO

[Bati3D3] : Étude Préalable GPAO, avril 2007.

[Bati3D4] : compte-rendu du 6<sup>ème</sup> comité de pilotage du projet Bati3D du 22 juin 2007

Institut Géographique National DT/SR	Projet BATI3D	Edition : <b>1.5</b> Date: 18 octobre 2007
GPAO – Définition Détaillée		Page : 6 sur 33

## A.5 Terminologie

Apple Script	Système de scripts proposé par Apple dans Mac OS. Ces scripts permettent d'utiliser les fonctionnalités de nombreux logiciels : Finder, PhotoShop, ... En particulier, la plupart des fonctionnalités de GeoView peuvent être utilisées dans ces scripts.
Bati3D	Projet de développement lancé en février 2006 avec pour objectif d'installer à l'IGN une chaîne de production pour les MNT urbains et les Modèles 3D urbains. Ce processus est maintenant utilisé au SBV.
Carte à la carte	Service proposé par l'IGN : l'utilisateur peut commander par internet une carte personnalisée sur la zone de son choix, à l'échelle de son choix à partir du fond cartographique au 1 :25000. La production de ces cartes a été automatisée grâce à des scripts.
Condor	Système open source et multi plateforme permettant de faire du calcul distribué. En pratique, ce système permet d'utiliser toutes les machines inactives d'une unité, d'un service ou de tout l'IGN pour effectuer des calculs lourds. On souhaite l'utiliser en particulier pour le calcul de MNE.
GeoView	Logiciel de stéréorestitution développé à IGN Espace. Fonctionne sous MacOSX. Peut-être enrichi par des modules à développer à l'aide d'un SDK.
GPAO	Gestion de Production Assistée par Ordinateur : à l'IGN on utilise ce terme pour désigner un système permettant d'organiser, de suivre et si possible d'automatiser une chaîne de production. Hors de l'IGN, la GPAO est une notion qui est apparue dans les années 70 dans le secteur de l'industrie automobile. On considère qu'un logiciel de GPAO est un programme modulaire permettant de gérer l'ensemble des activités, liées à la production, d'une entreprise : gestion des stocks, des achats, des commandes, des produits, des expéditions et de la facturation. Les fonctions de GPAO sont communément incorporées, depuis les années 90, aux progiciels de gestion intégrés.
Micmac	Logiciel de corrélation open source développé à l'IGN par Marc Pierrot-Deseilligny. La chaîne Bati3D utilise Micmac pour le calcul des MNE.
MNE	Modèle Numérique d'Élévation : description du sol et du sursol sous forme d'une grille régulière d'altitude. Les MNE sont calculés par corrélation automatique des images aériennes.
MNT	Modèle Numérique de Terrain : description du sol sous forme d'une grille régulière d'altitude. C'est l'un des produits de la chaîne Bati3D.
Modèle 3D urbain	Description numérique d'une ville : avec la forme 3D des bâtiments, la description du sol et les textures. C'est l'un des deux produits de la chaîne Bati3D. D'une façon plus large, les modèles 3D urbains peuvent aussi décrire la végétation, les ouvrages d'art, ...
Ressource	Dans ce rapport on entend par ressource les moyens humains ou matériel nécessaire à une tâche.
SketchUp	Logiciel 3D initialement développé pour le design et l'architecture. Ce logiciel a été racheté par Google qui propose maintenant une interface simplifiée avec Google Earth pour permettre, par exemple, à chacun de pouvoir reconstruire le modèle de sa maison. Ce logiciel est disponible pour Windows et MacOS. Il existe deux versions : Google SketchUp qui est gratuit et SketchUp Pro qui est payant mais propose plus de fonctionnalités. Le projet Bati3D utilise SketchUp pour la visualisation des modèles 3D.

Institut Géographique National DT/SR	Projet BATI3D	Edition : <b>1.5</b> Date: 18 octobre 2007
GPAO – Définition Détaillée		Page : 7 sur 33

## B Recueil du besoin

---

### B.1 Le processus Bati3D

#### B.1.1 Le processus

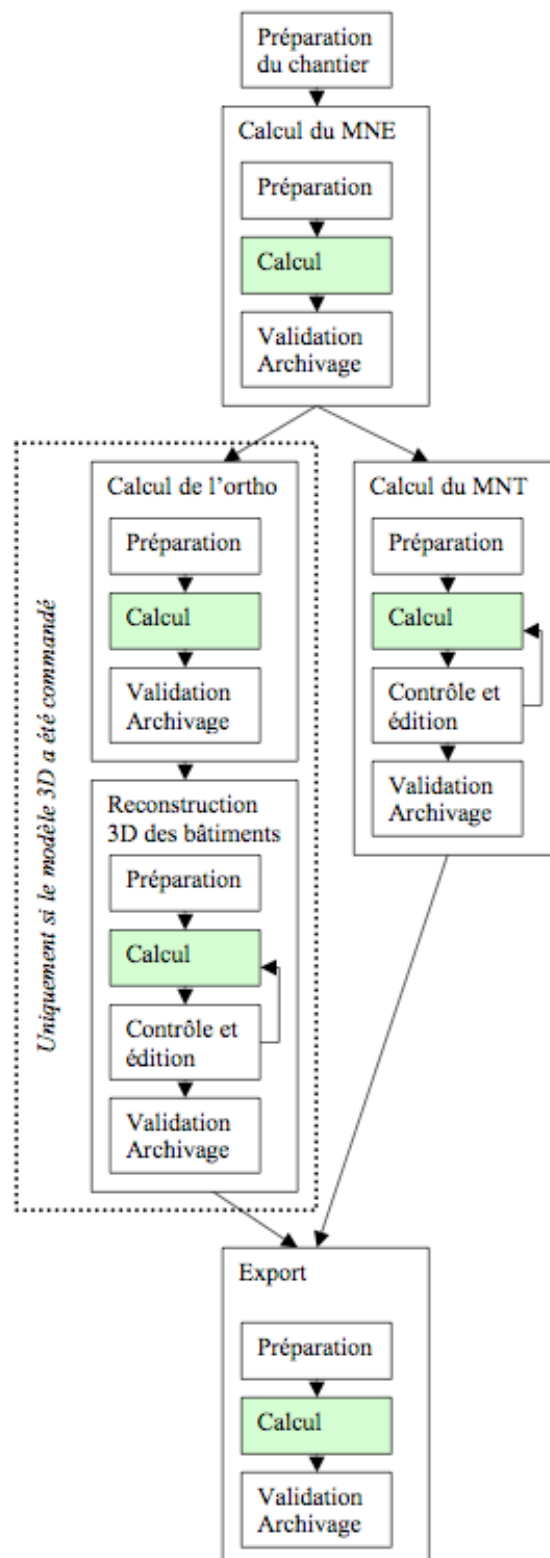
Le processus de production de **Bati3D** permet de produire principalement des MNT urbains commandés par MODSP ainsi que des modèles 3D urbains texturés commandés par la DC. Comme le processus sera utilisé pour répondre à des commandes commerciales sous forme d'appel d'offres, il devra s'adapter aux contraintes imposées par le client ou par les cotraitants. En particulier, on pourra être amené à livrer des sous-produits comme le MNE ou l'ortho ou à utiliser des données externes comme un fichier de cadastre retouché ou un MNT.

Dans tous les cas, la production est réalisée avec les mêmes outils en suivant une version plus ou moins complète du processus présenté sur la Figure 1.

La Figure 1 résume l'enchaînement des tâches qui est aujourd'hui utilisé en production. Il montre clairement les tâches automatiques (en vert) et celles qui nécessitent la présence d'un opérateur. On voit ainsi que chaque grande étape du traitement commence par une phase de préparation. Ces préparations consistent à créer des vues GeoView et à y ajuster quelques paramètres. Ces phases de préparation de vue peuvent être longues et ne nécessitent pas réellement la présence de l'opérateur puisqu'ils utilisent généralement les paramètres proposés par défaut. On souhaite donc les automatiser grâce à la GPAO.

Toutes les phases de calcul sont « non-bloquantes » : c'est-à-dire qu'elles s'exécutent en tâche de fond en laissant la possibilité à l'opérateur de continuer à travailler avec **GeoView**. Elles peuvent même continuer à s'exécuter si on quitte **GeoView**.

Pour limiter les risques de conflits entre les phases interactives et les phases de calcul, il est demandé aux opérateurs d'utiliser deux sessions sur leur machine pour avoir deux instances de **GeoView** indépendantes.



**Figure 1 : Le processus Bati3D**



Institut Géographique National DT/SR	Projet BATI3D	Edition : <b>1.5</b> Date: 18 octobre 2007
GPAO – Définition Détaillée		Page : 9 sur 33

### B.1.2 La gestion par lots

Les chantiers **Bati3D** peuvent couvrir des zones très étendues. Par exemple, la première commande commerciale qui sera réalisée au SBV couvre la communauté d'agglomérations du pays de Montbéliard, soit 250 Km2 de **modèle 3D** et 430 Km2 de **MNT**. Pour réaliser une telle production dans des délais courts et en tenant compte des limitations informatiques il est nécessaire de découper le chantier en lots. Ces lots sont géographiquement délimités. On distingue trois niveaux de découpage :

- Des lots : larges zones sur lesquelles on va calculer le **MNE**, l'ortho et le **MNT** (typiquement 24 Km2)
- Des sous-lots : zones plus réduites pour la production des **modèles 3D** (typiquement 4 Km2)
- Des dalles pour l'export : zones suffisamment réduites pour permettre une visualisation 3D fluide avec **Sketch'Up** (typiquement 1 Km2)

On prévoit de pouvoir avoir des découpages polygonaux quelconques, mais s'il n'y a pas de contrainte imposée par le client, ou par la géographie de la zone (bord de mer) on adoptera un découpage régulier en emboîtant les différents niveaux.

Comme on découpe le travail en lots, il faut aussi prévoir le traitement des raccords entre ces lots. Par exemple, la reconstruction d'un bâtiment se trouvant à cheval sur deux lots devra être traitée lorsque les deux MNE seront prêts. On a donc besoin d'avoir des « méta lots » pour la gestion des raccords et de pouvoir indiquer que ces traitements ne sont à faire que lorsque les lots associés sont terminés.

### B.1.3 Les contraintes spécifiques

**Les modèles 3D urbains** ne seront produits que dans le cadre de commandes commerciales. Il s'agit de prestations réalisées en réponse à des appels d'offres. Il faut donc que notre outil de production puisse s'adapter aux contraintes imposées par ces appels d'offres. En particulier, l'approvisionnement en données (vecteur et image) peut être variable et les délais de production peuvent être très courts.

Une autre spécificité importante du processus **Bati3D** est le volume des données. Jamais à l'IGN de tels volumes de données n'avaient été manipulés. Par exemple, pour un chantier comme celui de la communauté d'agglomérations du pays de Montbéliard on utilise des images à 10 cm de résolution sur 430 Km2 avec de forts recouvrements ce qui représente déjà 1,2 To de données en entrée. Si on ajoute les données intermédiaires et les livrables, on a besoin d'au moins 3 To d'espace disque. En comparaison, un département de BDOrtho ne nécessite que quelques dizaines de Go de données. Avec de tels volumes, il ne sera pas possible de tout recopier localement et il faudra s'efforcer de garder le plus possible les données centralisées sur un espace de stockage partagé. Il faudra aussi mettre en place des archivages automatiques pour sécuriser les données issues des traitements longs (MNE, MNT, Ortho ou Modèles 3D retouchés).

### B.1.4 Conclusion : le besoin pour le processus Bati3D

On voit donc que l'un des besoins importants pour le processus Bati3 est la possibilité d'enchaîner les tâches de calculs lourds. Par exemple, si on lance le calcul d'un **MNE** le vendredi soir et qu'il se termine pendant le week-end, il n'est pas possible actuellement d'enchaîner sur le calcul de l'ortho. Il faudra attendre le lundi matin pour lancer la suite du traitement. On aimerait même pouvoir lancer une version entièrement automatique de l'ensemble des traitements pour pouvoir produire une version « brute » du modèle 3D sans correction qui peut convenir dans certains cas.

Mais d'une façon plus large, les besoins identifiés pour la GPAO du processus **Bati3D** sont donc :

- Découper les chantiers en lots, sous-lots et dalles d'export. Avec des dépendances possibles entre les lots.
- Automatiser la préparation des vues **GeoView** ou les archivages de résultats : il faut éviter de faire faire à des opérateurs des tâches répétitives que l'on peut automatiser.
- Automatiser le lancement des traitements automatiques : pour exploiter au mieux les ressources machines, il faut automatiser le lancement des traitements.
- Gérer de façon souple les données : les images peuvent être réparties sur plusieurs disques, y compris des disques mobiles.

Institut Géographique National DT/SR	Projet BATI3D	Edition : <b>1.5</b> Date: 18 octobre 2007
GPAO – Définition Détaillée		Page : 10 sur 33

- Prévoir des délais et/ou des moyens de production : pour respecter les délais courts imposés par les appels d'offres, il faut pouvoir anticiper le plan de charge.
- Utiliser d'une façon optimale les ressources (machine et opérateur).

## B.2 Amélioration du RGEAltI

### B.2.1 Le processus

Le processus de production est décrit de manière détaillée dans le manuel opérateur [SBV1]. Les grandes étapes de production sont résumées dans la figure ci-dessous. On a distingué sur ce diagramme trois types de tâches :

- En rouge : les tâches nécessitant d'importants temps de calculs (plusieurs heures). Lorsque ces tâches s'exécutent, la machine est bloquée et l'opérateur change de poste.
- En jaune : les tâches demandant le plus d'intervention de l'opérateur.
- En blanc : le reste, il s'agit souvent de tâches assez mécaniques comme la préparation d'une vue **GeoView**, la création de couple stéréo ou la sauvegarde d'images.

On voit sur ce schéma qu'il y a trois étapes qui demandent de longs temps de calculs dans ce processus. La première et la plus importante est la corrélation des couples. Ces corrélations sont lancées par le gestionnaire de chantier sur une machine rapide qui est dédiée uniquement à ces calculs. Le lancement des corrélations peut se faire par lot ce qui simplifie le travail du gestionnaire. Pour les deux autres traitements lourds : le traitement des masques de faible largeur (une optimisation récente a permis de réduire le temps de ce traitement) et le lissage par grille élastique, le traitement est lancé par un opérateur. Ces traitements sont bloquants ce qui signifie que l'opérateur passe sur une autre machine pour travailler sur un autre processus pendant leur exécution.

### B.2.2 Conclusion : le besoin pour le processus RGEAltI

On voit donc que le SBV s'est organisé efficacement pour pallier le manque de GPAO : on évite l'inactivité des opérateurs en centralisant les calculs les plus lourds sur une machine, et en changeant de processus pendant les traitements de quelques heures.

Malgré tout, il est probable qu'une GPAO permettrait d'améliorer la productivité des ateliers en améliorant deux points :

- En automatisant les étapes qui consistent simplement à préparer des vues, à importer ou à exporter des données
- En gérant les calculs longs pour éviter aux opérateurs d'avoir à changer de processus.

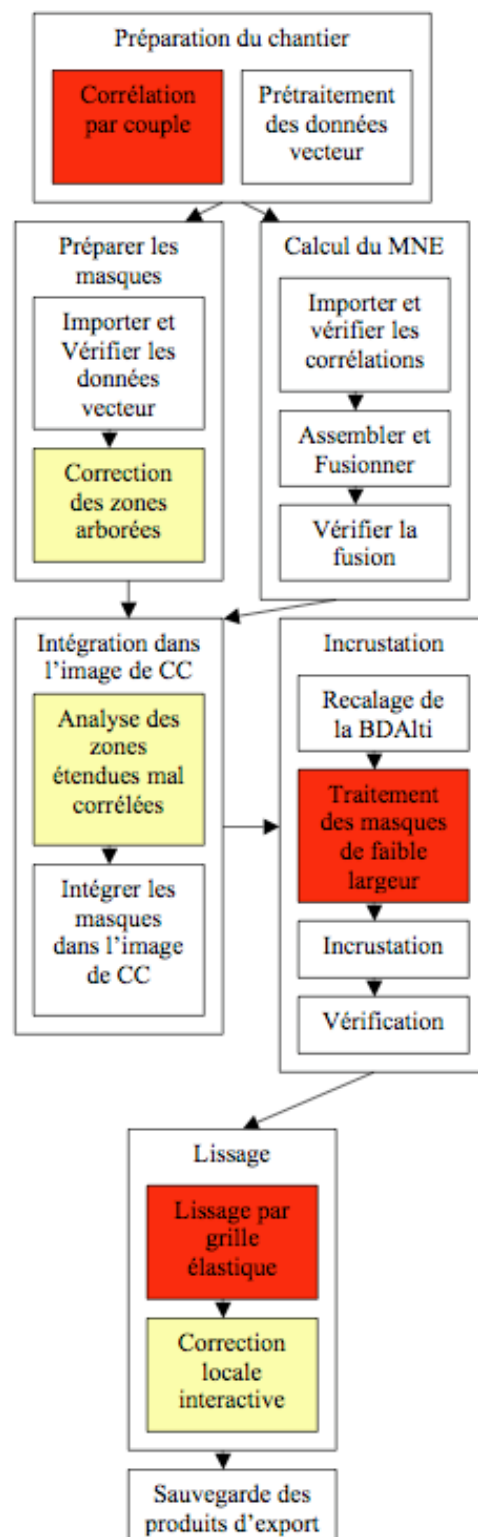


Figure 2 : Le processus l'amélioration du RGEAlti

Institut Géographique National DT/SR	Projet BATI3D	Edition : <b>1.5</b> Date: 18 octobre 2007
GPAO – Définition Détaillée		Page : 12 sur 33

## C Analyse de l'existant

### C.1 La gestion de production à l'IGN

#### C.1.1 GPAO du processus d'amélioration du RGEAlt

Le projet RGEAlt avait prévu une GPAO pour leur processus de production. Cette GPAO a finalement été abandonnée lors de la phase de recette et elle n'est pas utilisée au SBV. Cet abandon est dû à des contraintes de calendrier et de maintenance de **GeoView**, mais il est intéressant d'étudier les mécanismes qui avaient été prévus.

Cette **GPAO** s'appuyait sur le système des catalogues de **GeoView**. En effet, même si **GeoView** ne propose pas directement des fonctionnalités de **GPAO**, il propose un mécanisme de catalogues partagés. Ces catalogues ou fichiers « HFL » avaient été mis en place initialement pour la spatiotriangulation. Ils permettent à plusieurs utilisateurs de collaborer autour d'un ensemble de données partagées. C'est un système client/serveur où tous les échanges se font via le système de fichier :

- Les clients peuvent visualiser le catalogue et émettre des requêtes de modification : une requête étant un fichier ajouté dans un répertoire régulièrement vidé par le serveur.
- Le serveur est chargé de traiter les requêtes.
- Les clients peuvent s'abonner à des données pour recevoir automatiquement et en continu les mises à jour faites sur le serveur.

La figure ci-dessous montre une vue de **GeoView** avec un catalogue contenant des objets modélisant le processus de production du **RGEAlt**. On voit qu'il y a une notion de chantiers (Eure et Haute-Garonne), dans lesquels on trouve des images (2\_217 et 2\_219), des couples (2\_219-2\_217) et des dalles (B-1-1, B-1-2, B-2-1 et B-2-2), chaque dalle comprenant des dalles de corrélation. Chaque objet est associé à des actions et des états. Par exemple, sur une dalle de corrélation, les actions possibles sont : verrouiller, déverrouiller, corréler, valider, assembler,...

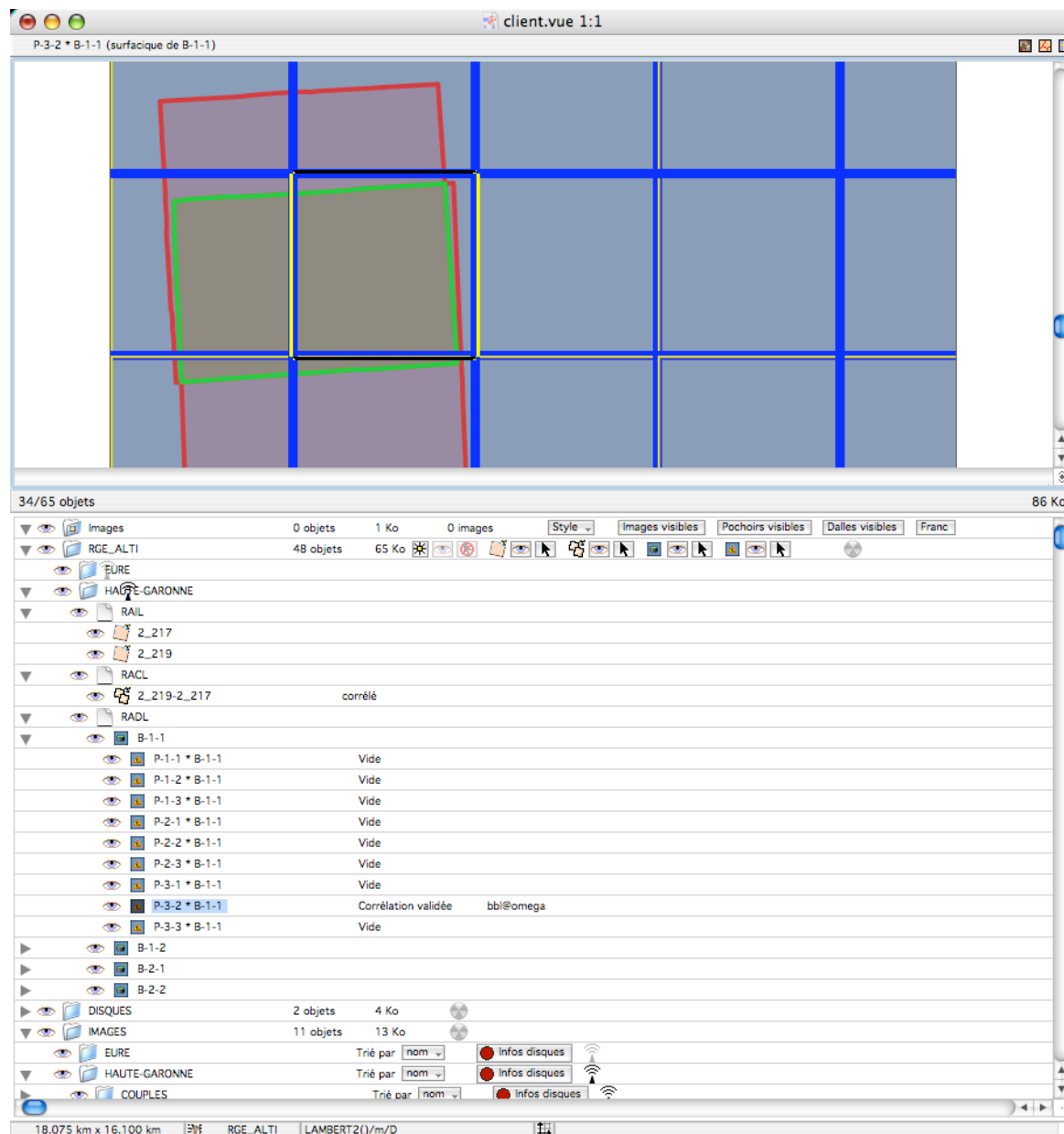
On voit donc que le système des catalogues permet de :

- Suivre l'état d'avancement de la production
- Lancer des traitements « scriptés » : dallage, corrélation, assemblage... mais toutes ces actions sont effectuées localement sur le poste contenant la vue « client », la vue serveur ne faisant que modifier, si besoin, l'état de l'objet.
- De partager des données en ajoutant un niveau d'abstraction qui évite d'avoir à se préoccuper de l'emplacement physique des fichiers.

Néanmoins, cette approche présente un certain nombre de limitations :

- La définition des objets du catalogue et de leurs actions nécessite des développements spécifiques. Dans le cadre du projet **RGEAlt** les développements n'ont pas pu être finalisés et validés faute de temps.
- Les actions ne peuvent être lancées que localement, et comme une seule instance de **GeoView** peut fonctionner par poste, le poste de l'opérateur se trouve bloqué pendant les tâches de calcul, alors qu'il pourrait en parallèle effectuer des tâches de contrôle ou de saisie sur une autre vue.
- Il n'y a pas de notion de planification
- Pour le moment **GeoView** est la seule application pouvant utiliser ces catalogues, il joue le rôle de serveur et de client. On pourrait envisager d'ajouter d'autres clients, mais cela n'a jamais été fait.

Les tests effectués par le projet **RGEAlt**i ont également mis en évidence deux points faibles : la manipulation des catalogues était délicate pour les opérateurs, et les mécanismes mis en place ne permettaient pas, en l'état, d'introduire suffisamment de flexibilité dans le processus.



**Figure 3 : Une vue GeoView montrant la GPAO proposée par le projet RGEAlt**i

En conclusion, on peut affirmer que les catalogues de **GeoView** ne peuvent, à eux seuls, constituer une **GPAO** telle que nous l'avons définie. Ils peuvent intervenir dans la gestion des données puisqu'ils permettent de partager des données, de les manipuler sans avoir à intervenir directement sur le système de fichier, de les visualiser et d'y associer des actions. Malheureusement, ces catalogues ne sont pour le moment utilisables que par **GeoView**. De plus, on signale que leur utilisation va être abandonnée pour la spatiotriangulation ce qui veut dire que même s'ils resteront disponibles, il n'est pas certain qu'ils soient « activement » maintenus dans les prochaines versions de **GeoView**.

Institut Géographique National DT/SR	Projet BATI3D	Edition : <b>1.5</b> Date: 18 octobre 2007
GPAO – Définition Détaillée		Page : 14 sur 33

### **C.1.2 GPAO de la BDParcellaire**

Le processus de production de la BDParcellaire est le premier à l'IGN à s'être doté d'une GPAO. Cette GPAO a été développée avec les outils de production par un prestataire. Elle est constituée d'un serveur de GPAO, d'une interface réalisée à l'aide d'un site intranet et de clients ou agents qui s'exécutent sur les différentes machines de l'atelier.

Il est possible, grâce au site intranet, de définir de nouveaux chantiers. En fonction du travail à réaliser (BDParcellaire Image ou Vecteur), le serveur de GPAO va proposer un patron adapté. Le gestionnaire de chantier va désigner une personne pour la production et une autre pour le travail de contrôle. Le serveur est capable de vérifier si les données nécessaires sont disponibles. Il va également préparer une archive de ces données qu'il va placer dans un répertoire dédié aux échanges avec la personne désignée pour cette production.

L'agent de GPAO qui s'exécute sur l'ordinateur de cette personne va régulièrement vérifier sur le serveur s'il y a une archive à récupérer dans son dossier d'échanges. Lorsqu'une archive est présente, elle est récupérée par ftp et installée dans les répertoires locaux adéquats.

L'agent de GPAO local va aussi détecter lorsqu'un travail est terminé et il va automatiquement le rapatrier sur le serveur.

Ce système fonctionne bien. Il est efficace et suffisamment souple pour éviter tout problème de blocage. On signale qu'un développement est en cours pour coupler la gestion de méta données de production avec la GPAO [SBI1].

La Figure 4 montre une capture d'écran de l'interface web de la GPAO de la BDParcellaire. Sur cette page, on peut consulter la liste des commandes avec les dates de début et de fin prévues. Ici, la date de fin prévue a été indiquée manuellement lors de la création de la commande. On voit aussi qu'il y a une colonne permettant de définir des priorités, mais cette fonctionnalité n'est pas utilisée. Une commande peut impliquer plusieurs productions. La Figure 5 montre l'interface permettant de consulter la liste des productions. On retrouve là aussi des dates prévues, mais aussi un état ainsi que les personnes affectées à chaque production. Enfin, la Figure 6 montre la charge actuelle en nombre de chantiers et en espace disque pour chaque machine.

GPAO - BD Parcellaire - Windows Internet Explorer

http://srv-bdp/gpao/frames/mgr.asp?Mode=1

MySQL FR - Ecart-type   DicoMaths : Analyse de do...   \\faathel\\$\{Eva\}\interface\_...   \\faathel\\$\{Eva\}\interface\_...   GPAO - BD Parcellaire

[Accueil]   [Commandes]   [Production]   [Diffusion]   [Archivage]   [Charges]   [Rapports]

[Ajouter]

Gestion des commandes

Mnémono	Nom	Dépt	Nb	Cmdt	Dt Dem	Fin Prv	Etat	Priorité
511FX	Ss traitance FIT Lot1 bloc1 Complément FOIX	09	2	SS_TRAITANT	01/06/2005	28/02/2006	En production	Normale
511MZ	Ss traitance FIT Lot1 Bloc1 CDIF Metz	57	121	SS_TRAITANT	01/06/2005	28/02/2006	En production	Normale
512CH	SousTraitance FIT - Chateau Salins 57-	57	132	SS_TRAITANT	05/07/2005	31/12/2007	En production	Normale
512FO	SousTraitance FIT - Forbach 57 -	57	35	SS_TRAITANT	05/07/2005	31/12/2007	En production	Normale
512SB	SOUSTRAITANCE FIT- Sarrebourg 57 -	57	87	SS_TRAITANT	05/07/2005	31/12/2007	En production	Normale
512SG	SousTraitance FIT - Sarreguemines 57 -	57	52	SS_TRAITANT	11/07/2005	31/12/2007	En production	Normale
512TH	SousTraitance FIT - Thionville 57 -	57	64	SS_TRAITANT	06/07/2005	31/12/2007	En production	Normale
513TE	SousTraitance FIT - Troyes Extérieur 10 -	10	253	SS_TRAITANT	05/08/2005	31/03/2006	En production	Normale
513VE	SousTraitanceFIT - Vendome 41 -	41	52	SS_TRAITANT	03/08/2005	28/02/2006	En production	Normale
514BL	SousTraitance FIT - Blois (41)	41	101	SS_TRAITANT	14/09/2005	31/05/2006	En production	Normale
514RO	SousTraitance FIT - Romorantin (41)	41	33	SS_TRAITANT	14/09/2005	31/05/2006	En production	Normale
514TV	SousTraitance FIT - Troyes Ville (10)	10	162	SS_TRAITANT	15/09/2005	31/12/2007	En production	Normale
522BE	Sous-Traitance AIS - Beauvais 60 -	60	218	SS_TRAITANT	05/07/2005	31/12/2007	En production	Normale
522BR	SousTraitance AIS Lot2 Bloc2 CDIF Briey	54	111	SS_TRAITANT	28/06/2005	31/12/2007	En production	Normale
522TO	SousTraitance LOT2Bloc2 - AIS - TOUL -	54	114	SS_TRAITANT	30/06/2005	31/12/2007	En production	Normale
523BY	SousTraitance AIS - Bayonne 64 -	64	102	SS_TRAITANT	11/07/2005	31/12/2007	En production	Normale
523LU	SousTraitance AIS - Luneville 54 -	54	147	SS_TRAITANT	08/07/2005	31/12/2007	En production	Normale
523NY	SousTraitance AIS - Nancy 54 -	54	156	SS_TRAITANT	07/07/2005	31/12/2007	En production	Normale
524AL	SousTraitance AIS - Alencon 61 -	61	92	SS_TRAITANT	03/08/2005	31/03/2006	En production	Normale
524AR	SousTraitance AIS - Argentan 61 -	61	171	SS_TRAITANT	02/08/2005	31/03/2006	En production	Normale
524DO	SousTraitance AIS - Domfront 61 -	61	83	SS_TRAITANT	02/08/2005	31/03/2006	En production	Normale
524MO	SousTraitance AIS - Mortagne 61 -	61	146	SS_TRAITANT	02/08/2005	31/03/2006	En production	Normale
531AR	Ss traitance FIT Lot3 Bloc1 CDIF Arras	62	150	SS_TRAITANT	01/06/2005	28/02/2006	En production	Normale
531BE	Ss traitance FIT Lot3 Bloc1 CDIF Bethune	62	36	SS_TRAITANT	01/06/2005	28/02/2006	En production	Normale
531BO	Ss traitance FIT Lot3 Bloc1 CDIF Boulogne-sur-Mer	62	48	SS_TRAITANT	01/06/2005	28/02/2006	En production	Normale
531CP	Ss traitance FIT Lot3 Bloc1 Complément 62	62	4	SS_TRAITANT	01/06/2005	28/02/2006	Enregistrée	Normale
531MO	Ss traitance FIT Lot3 Bloc1 CDIF Montreuil-sur-Mer	62	95	SS_TRAITANT	01/06/2005	28/02/2006	En production	Normale
531OM	Ss traitance FIT Lot3 Bloc1 CDIF St-Omer	62	72	SS_TRAITANT	01/06/2005	28/02/2006	En production	Normale
531PO	Ss traitance FIT Lot3 Bloc1 CDIF St-Pol	62	182	SS_TRAITANT	01/06/2005	28/02/2006	En production	Normale
531SG	Ss Traitance FIT Lot1 Bloc1 CDIF de St Giron	09	96	SS_TRAITANT	01/06/2005	31/12/2005	En production	Normale
532BE	SousTraitance FIT - Besançon 25 -	25	362	SS_TRAITANT	11/07/2005	31/12/2007	En production	Normale

Intranet local 100%

Figure 4: Visualisation des commandes

GPAO - BD Parcellaire - Windows Internet Explorer

http://srv-bdp/gpao/framesmng.asp?Mode=3

[Accueil] [Commandes] [Production] [Diffusion] [Archivage] [Charges] [Rapports]

[Ajouter] | [Envoyer en contrôle] | [Envoyer en production] Gestion de production

	<b>Id</b>	<b>Nom</b>	<b>Production</b>	<b>Contrôle</b>	<b>Type</b>	<b>Atelier</b>	<b>Etape</b>	<b>Etat</b>	<b>Priorité</b>
<input type="radio"/>	1660	Inter64_124-436-477-490	Danielle Davin	Pascal Berthier	Prod.	Image	Initiale	Validation intercommunal	Normale
<input type="radio"/>	1705	Inter64_008-107-154-218-327-379-492	Pascal Berthier	Dominique Dubois	Prod.	Image	Initiale	Intercommunal image terminé	Normale
<input type="radio"/>	2228	STA03	Patrick Rudant	Estelle Leprêtre	Prod. dup.	Image	Initiale	Recalage Intra	Normale
<input type="radio"/>	2229	STA02	Chrystel Badoche	Dominique Dubois	Prod. dup.	Image	Initiale	Georef en cours	Normale
<input type="radio"/>	2230	STA04	Estelle Leprêtre	Patrick Rudant	Prod. dup.	Image	Initiale	Recalage Intra	Normale
<input type="radio"/>	2233	STA08	Estelle Leprêtre	Patrick Rudant	Prod. dup.	Image	Initiale	Recalage Intra	Normale
<input type="radio"/>	2234	STA09	Patrick Rudant	Olivier Billod-Morel	Prod. dup.	Image	Initiale	Recalage Intra	Normale
<input type="radio"/>	2237	STA10	Olivier Billod-Morel	Patrick Rudant	Prod. dup.	Image	Initiale	Recalage Intra	Normale
<input type="radio"/>	2238	STA11	Olivier Billod-Morel	Estelle Leprêtre	Prod. dup.	Image	Initiale	Recalage Intra	Normale
<input type="radio"/>	2239	STA05	Estelle Leprêtre	Patrick Rudant	Prod. dup.	Image	Initiale	Recalage Intra	Normale
<input type="radio"/>	2241	STB01	Sylviane Toudic	Rolande Laurencin	Prod. dup.	Image	Initiale	Recalage Intra	Normale
<input type="radio"/>	2242	STB02	Sylviane Toudic	Rolande Laurencin	Prod. dup.	Image	Initiale	Recalage Intra	Normale
<input type="radio"/>	2243	STB03	Sylviane Toudic	Rolande Laurencin	Prod. dup.	Image	Initiale	Recalage Intra	Normale
<input type="radio"/>	2244	STB04	Rolande Laurencin	Rémi Lovati	Prod. dup.	Image	Initiale	Recalage Intra	Normale
<input type="radio"/>	2245	STB05	Rémi Lovati	Regis Delest	Prod. dup.	Image	Initiale	Recalage Intra	Normale
<input type="radio"/>	2246	STB06	Anthony Boulaye	Regis Delest	Prod. dup.	Image	Initiale	Recalage Intra	Normale
<input type="radio"/>	2247	STB07	Anthony Boulaye	Regis Delest	Prod. dup.	Image	Initiale	Recalage Intra	Normale
<input type="radio"/>	2248	STB08	Anthony Boulaye	Jean-François Bugeau	Prod. dup.	Image	Initiale	Recalage Intra	Normale
<input type="radio"/>	2249	STB09	Anthony Boulaye	Jean-François Bugeau	Prod. dup.	Image	Initiale	Recalage Intra	Normale

☐ Projets vecto    Commande :     Filtrer par :     Intranet local    100%

**Figure 5: Visualisation des productions**



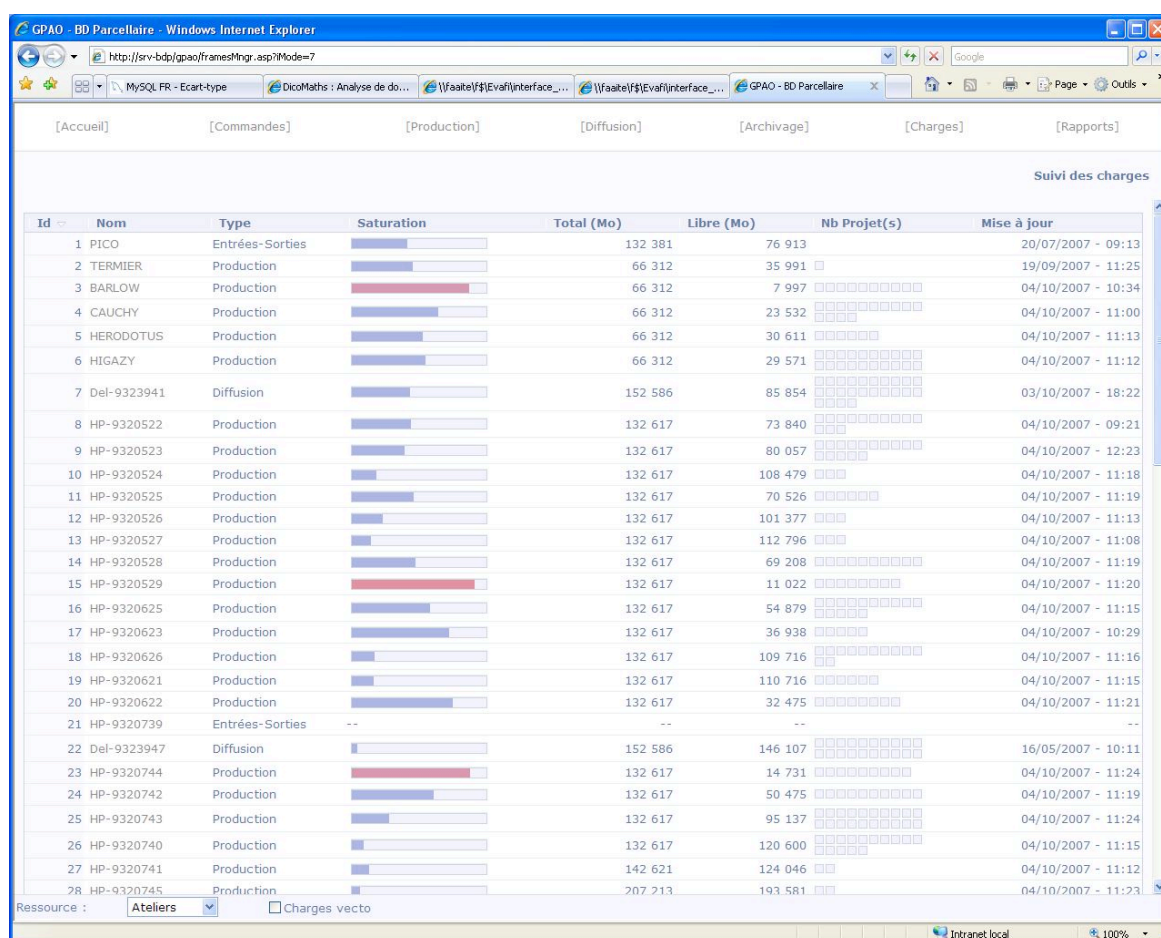


Figure 6: Visualisation de la charge pour chaque machine

### C.1.3 Automatisation de la production de la carte à la carte

Même si on ne parle pas de GPAO au SDC, la production de la **carte à la carte** a été remarquablement bien automatisée. Comme cette production est réalisée à l'aide de **GeoView** cela constitue un bon exemple à prendre en compte dans notre analyse.

Cette automatisation est basée sur l'utilisation de scripts « **AppleScript** » qui permettent de faire appel aux fonctionnalités de **GeoView** mais aussi à celles d'autres applications (Finder, Photoshop, ...), ou à des commandes systèmes. Deux types de scripts sont utilisés :

- Des scripts qui sont lancés par un opérateur en répondant à quelques questions.
- Des scripts qui tournent en permanence sur des serveurs et qui traitent des fichiers de paramètres dès qu'ils sont déposés dans un répertoire particulier.

On peut, sur une machine, lancer plusieurs scripts, ou travailler pendant que les scripts s'exécutent. Néanmoins, pour éviter les conflits entre applications, il faut utiliser des sessions différentes. En particulier, il ne peut y avoir qu'une instance de **GeoView** par session.

Institut Géographique National DT/SR	Projet BATI3D	Edition : <b>1.5</b> Date: 18 octobre 2007
GPAO – Définition Détaillée		Page : 18 sur 33

## C.2 La gestion de production hors de l'IGN

### C.2.1 SAP et les autres

La **GPAO** dont on parle à l'IGN est en réalité plutôt une gestion d'ateliers, de ligne de production ou de projet. Hors de l'IGN, la notion de **GPAO** couvre souvent l'ensemble de l'entreprise : de l'approvisionnement à la diffusion en passant par la gestion du personnel et des stocks. On trouve donc, sous cette appellation des modules que l'on peut ajouter à des systèmes de gestion comme SAP. Ces outils sont, bien entendu, totalement hors de notre sujet et ont été écartés dès l'étude préalable.

Néanmoins, notre besoin n'est pas très spécifique. D'autres entreprises ou instituts sont confrontés aux mêmes problèmes de gestion de production et il convient donc d'étudier attentivement l'existant hors de l'IGN.

### C.2.2 MSProject ou Open WorkBench

Comme on l'a dit plus haut, ce que nous appelons **GPAO** à l'IGN ne correspond pas exactement à la GPAO telle qu'elle est vue hors de l'IGN. En réalité, une part de nos besoins peuvent plutôt être décrits comme de la gestion de projet. L'outil logiciel de référence en matière de gestion de projet est Microsoft Project. Signalons au passage qu'il existe aussi une alternative libre et gratuite à MSProject qui s'appelle Open WorkBench. Ces deux outils permettent de définir des tâches, d'y associer des ressources et de planifier le tout. Cela pourrait répondre à une partie de nos besoins, mais il manque :

- La possibilité de lancer des traitements automatiques
- La possibilité de rapidement décrire des projets suivant des patrons prédéfinis
- Un système client/serveur pour permettre aux opérateurs de consulter les tâches à produire et de renseigner l'avancement de leurs travaux. Cette option est toutefois disponible dans la version EPM (Entreprise Project Management) de MSProject.

Il existe un SDK fourni par Microsoft pour personnaliser MS Project. On pourrait envisager de l'utiliser comme base pour le développement de notre GPAO, mais nous n'avons pas retenu cette option pour trois raisons. D'abord, nous avons jugé que cette solution était trop liée à Windows et à internet explorer alors que la chaîne de production Bati3D fonctionne intégralement sous MacOS. De plus, nous pensons qu'il est risqué d'investir dans des développements lourds autour d'un logiciel complexe dont on ne maîtrise pas l'évolution. Et surtout, nous préférons centrer notre GPAO sur notre besoin essentiel : c'est-à-dire sur l'automatisation des traitements.

Même si nous n'avons pas retenu cette option dans notre étude, nous pensons que cela pourrait être un choix intéressant la production de la MAJEC. En effet, le SBV/PBXP nous a fait part lors d'un entretien d'un besoin pour l'organisation de cette production. Il s'agit d'un processus complexe faisant intervenir à la fois des LPI au SBV et des collecteurs de MAJEC en région. Cette production est délicate à planifier, car il faut concilier le travail « en continu » des collecteurs avec des mises à jour massives réalisées par les LPI. Nous avons décidé de ne pas inclure ce type de besoin dans notre étude, car d'une part, il n'y a pas de traitements automatiques lourds à gérer, et d'autre part, la planification est trop complexe pour être efficacement automatisée.

### C.2.3 Les ordonnanceurs

Un ordonnanceur est un outil pour définir un planning à partir de la description des tâches, de leur dépendance et des ressources disponibles. La recherche d'un planning optimal est un problème bien connu, et notoirement complexe. Il existe plusieurs stratégies pour résoudre ces problèmes.

#### C.2.3.1 Les Queues de priorités

La stratégie la plus simple s'apparente à la méthode PERT (Program Evaluation and Review Technique). À partir de la description des tâches, de leur durée prévue et de leurs dépendances, on peut estimer les dates de démarrage au plus tôt et au plus tard. À partir de ces dates, il est possible de trouver un chemin critique et de définir des priorités pour chacune des tâches. Une méthode simple de planification consiste alors à choisir à chaque instant la tâche prête la plus prioritaire.

Cette approche a l'avantage d'être simple, mais son point faible c'est qu'elle ne prend pas en compte les contraintes sur les ressources. L'exemple ci-dessous (Tableau 1 et Tableau 2) montre une situation pour

laquelle la planification optimale ne peut être obtenue qu'en laissant provisoirement des ressources inactives (les ressources 1 et 3 durant l'époque 2) ce qui ne peut être obtenu avec le système des queues de priorités. La lecture de ces tableaux se fait à l'aide des deux zones : en haut, on présente le calendrier d'occupation des ressources en indiquant sur quelle tâche elles travaillent, en bas, on montre le calendrier d'exécution des tâches en montrant leurs dépendances à l'aide de flèches et en indiquant la ressource qui leur est affectée.

**Tableau 1: Planning sans prise en compte des ressources en 7 époques**

	1	2	3	4	5	6	7
Ressource 1	T1	T2	T6				
Ressource 2		T3	T4				
Ressource 3			T5				
Tache 1	R1						
Tache 2		R1					
Tache 3		R2					
Tache 4			R2				
Tache 5			R3				
Tache 6				R1			

**Tableau 2: Planning optimal en 6 époques. Ce planning est obtenu en laissant les ressources 1 et 3 inactives pendant l'époque 2.**

	1	2	3	4	5	6	7
Ressource 1	T1		T4				
Ressource 2		T3	T5	T2			
Ressource 3			T6				
Tache 1	R1						
Tache 2				R2			
Tache 3		R2					
Tache 4			R1				
Tache 5			R2				
Tache 6			R3				

#### C.2.3.2 La programmation sous contraintes

Pour réaliser une véritable optimisation, l'approche la plus répandue est la programmation sous contraintes. Ceci met en œuvre des algorithmes complexes qui ne sont pas simples à implémenter, mais qui existent dans des bibliothèques commerciales. L'article [ILOG] explique en particulier comment utiliser ILOG SCHEDULE pour résoudre des problèmes d'ordonnancement en prenant en compte les contraintes de ressource.

Même en utilisant une bibliothèque spécialisée, la mise au point de ce type d'ordonnancement n'est pas simple. Nous avons peu de compétences dans ce domaine à l'IGN et il serait raisonnable d'envisager une sous-traitance si l'on veut se doter d'une solution performante.

Institut Géographique National DT/SR	Projet BATI3D	Edition : <b>1.5</b> Date: 18 octobre 2007
GPAO – Définition Détaillée		Page : 20 sur 33

### C.2.3.3 Conclusion : une stratégie pragmatique pour l'ordonnancement

L'ordonnancement est une fonctionnalité essentielle, car c'est elle qui va permettre de lancer les traitements automatiques sans l'aide d'un opérateur et parce qu'elle va aussi permettre d'anticiper les plans de charge pour les ateliers. Néanmoins, il n'est pas forcément nécessaire d'investir dans un système coûteux et complexe, car :

- Nos processus de production sont essentiellement linéaires et il y aura souvent peu de choix possible dans l'ordre de traitement des tâches.
- Le planning est fait sur des temps de traitement supposés, or les temps de saisie peuvent être très variables d'une zone à l'autre, ou d'un opérateur à l'autre.

La recherche de l'ordonnancement théorique idéale n'est pas toujours une approche efficace lorsqu'on doit organiser une production réelle faisant intervenir des facteurs humains. Dans [Pinedo], l'auteur souligne que bon nombre de systèmes d'ordonnancement installés dans l'industrie sont rapidement abandonnés à cause d'un manque de souplesse, de robustesse, de stabilité ou d'efficacité.

Dans ce contexte, l'optimisation rigoureuse de la planification ne nous semble pas une priorité, et il nous semble sage de commencer par mettre en place le système des queues de priorité. Comme il s'agit d'un module indépendant du reste de la GPAO, il sera possible de le faire évoluer dans un deuxième temps si le besoin est avéré.

## C.3 Conclusion de l'analyse de l'existant

En conclusion, cette analyse de l'existant nous a permis d'identifier plus clairement les besoins qui pourraient être couverts par une **GPAO** pour les processus de production **Bati3D** et **RGEAlt**. On constate qu'aucun outil interne à l'IGN ou externe ne permet de couvrir intégralement ces besoins.

Il se dégage néanmoins des pistes intéressantes pour la suite de notre étude :

- L'expérience de la **GPAO** de la BDParcellaire montre l'intérêt d'un système basé sur une base de données des tâches avec une interface web et des agents locaux.
- L'expérience de la production de la **carte à la carte** montre l'efficacité de l'utilisation des **Apple scripts**. Elle montre aussi comment des tâches impliquant des logiciels avec interface (GeoView et Photoshop) peuvent tout de même être automatisées.
- Des essais sur l'ordonnancement par queue de priorité montrent que même si les solutions fournies ne sont pas toujours optimales, elles sont simples à implémenter et suffisantes dans un premier temps.

## D Analyse fonctionnelle

### D.1.1 Reformulation du besoin

À partir du recueil du besoin et de l'analyse de l'existant que nous venons de présenter, on propose une reformulation du besoin. Le diagramme des cas d'utilisation ci-dessous fait apparaître les principaux acteurs qui ont été identifiés lors de l'étude des deux processus de production (**Bati3D** et **RGEAlt**). On a précisé en commentaire sur chaque acteur leurs besoins fonctionnels vis-à-vis de la **GPAO**.

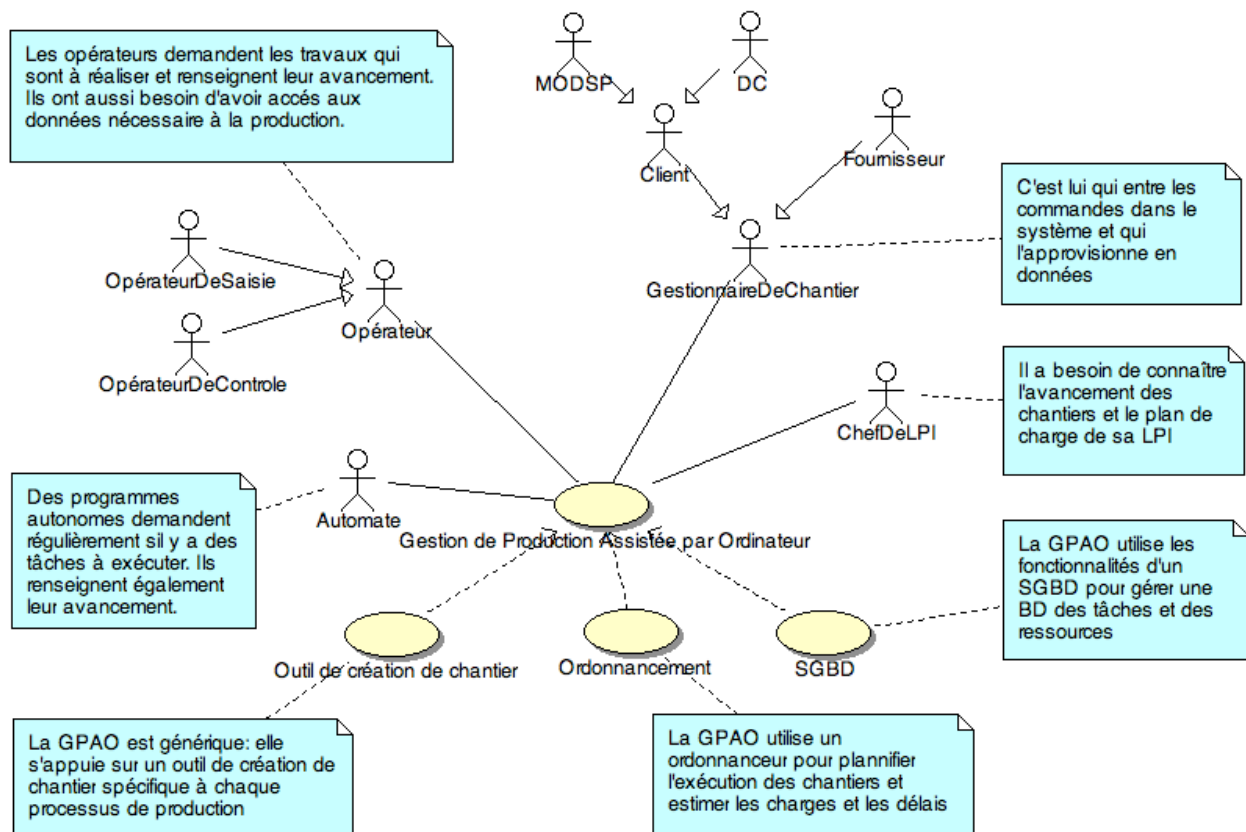
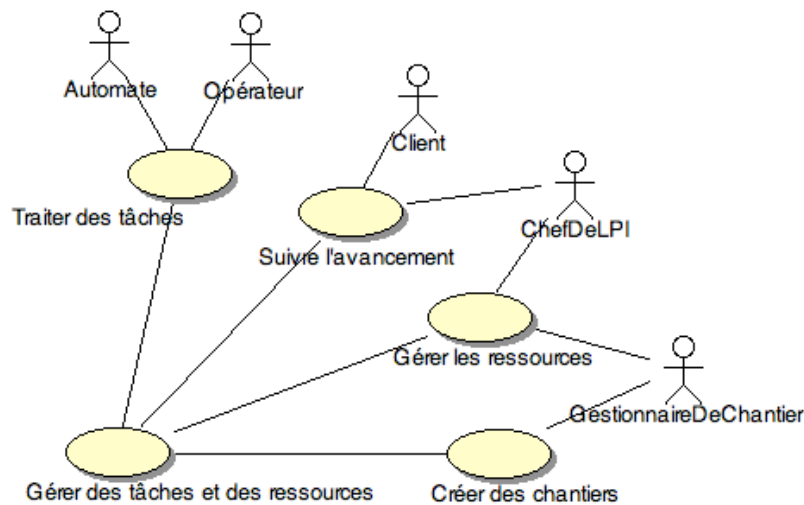


Figure 7 : Diagramme des cas d'utilisation

On voit sur le diagramme ci-dessus que les acteurs principaux qui utilisent la GPAO sont : les opérateurs ou les automates, le gestionnaire de chantier et le chef de LPI. Ceci nous permet de dégager quatre cas d'utilisation distincts à étudier :

- Créer des chantiers pour les gestionnaires de chantiers : voir paragraphe D.1.2
- Traiter des tâches pour les opérateurs et pour les automates : voir paragraphe **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**
- Gérer les ressources (les moyens humains et les machines) pour les gestionnaires de chantier et les chefs de LPI : voir paragraphe D.1.3
- Disposer d'un tableau de bord pour le chef de service ou pour les clients : voir paragraphe D.1.4

Institut Géographique National DT/SR	Projet BATI3D	Edition : <b>1.5</b> Date: 18 octobre 2007
GPAO – Définition Détaillée		Page : 22 sur 33



**Figure 8 : les quatre sous cas à étudier**

#### D.1.1.1 Le problème des transferts de données

Nous avons décidé de ne pas intégrer explicitement les problèmes de transfert de données dans notre analyse. Ceci pour deux raisons :

- Même si les contraintes matérielles font que ce n'est pas toujours techniquement faisable aujourd'hui, il faut dès à présent privilégier les entrepôts de données sur le réseau plutôt que les recopies locales
- Les étapes de transfert de données, si elles sont nécessaires, peuvent être décrites comme des traitements automatiques.

Il faut néanmoins prévoir le cas où l'on souhaite faire des recopies locales sur une machine avant un traitement interactif. Prenons un exemple : on a donc une tâche interactive qui a comme pré requis une tâche automatique de transfert local des données. Mais on a besoin de savoir où transférer les données et cela dépend de l'opérateur qui prendra en charge la tâche interactive. Or la tâche interactive ne pourra être assignée tant que ces dépendances ne sont pas résolues, donc tant que le transfert n'a pas été fait.

Pour éviter ce genre de dépendance cyclique, il est nécessaire d'ajouter la notion de pré traitement et de post traitements. Il s'agit de traitements automatiques qui sont associés à une tâche, car ils ont besoin de connaître la machine associée au traitement.

#### D.1.1.2 La gestion des métadonnées

Dans le contexte de multiplication des volumes de données et de diffusion en ligne, les métadonnées ont une importance grandissante. Même si la gestion de ces métadonnées ne relève pas directement de la **GPAO**, certaines des informations manipulées par la **GPAO** pourraient alimenter les métadonnées de production. De plus, la base donnée manipulée par la **GPAO** pourrait être un lieu de stockage pertinent pour centraliser les métadonnées. C'est l'approche qui est en cours de développement au SBI pour la BDParcellaire avec l'étude Arnaud Birk [SBI1].

Même si aucun de nos choix n'est a priori incompatible avec une telle approche, nous avons choisi de ne pas intégrer la gestion des métadonnées dans notre analyse pour se concentrer sur notre objectif et ne pas risquer de perdre en généralité. Des études complémentaires seront donc nécessaires pour chaque processus de production si on souhaite ajouter la gestion des métadonnées dans la **GPAO**.

Institut Géographique National DT/SR	Projet BATI3D	Edition : <b>1.5</b> Date: 18 octobre 2007
GPAO – Définition Détaillée		Page : 23 sur 33

### D.1.2 Créer des chantiers

C'est le premier cas d'utilisation que nous allons détailler. Comme on l'a déjà signalé dans le diagramme des cas d'utilisation, la **GPAO** générique doit s'appuyer sur un outil spécifique au processus de production pour la création de chantier. Cet outil doit permettre de générer une description du chantier à traiter contenant les tâches avec leur charge estimée, leurs dépendances ou incompatibilités et les types de ressources qu'elles utilisent. Pour facilement permettre de brancher d'autres outils de création de chantier pour d'autres processus de production, il faut définir un format d'import commun (par exemple un format XML comme celui du Tableau 3).

Contrairement à la partie générique de la GPAO, le module de création de chantier a besoin de connaître le processus de production. Il doit connaître en particulier les types de traitement, les données en entrée et les données en sortie. Il doit savoir comment évaluer les charges pour chaque type de traitement (calcul de MNE, calcul d'ortho, calcul de MNT, ...) en fonction des données. Même si nous nous concentrons dans ce document sur la partie générique de la GPAO, il est nécessaire de détailler la création de chantier pour le processus Bati3D pour montrer concrètement comment est couvert le besoin.

Bien que la modélisation utilisée dans la partie générique de la GPAO soit basée sur la description des tâches et de leurs dépendances, il est plus simple pour le gestionnaire de chantier de décrire le travail à réaliser en fonction des produits. Typiquement, on propose qu'il indique pour les zones qu'il a sélectionnées les produits qu'il veut utiliser ou crée avec une interface comme celle montrée sur la Figure 9. On propose ensuite le modèle de données présenté dans la Figure 10. Il permet de retrouver les dépendances entre les traitements en fonction des produits qu'ils créent ou qu'ils utilisent.

**Configurer les traitements**

MNE	<div>Configurer le traitement</div> <div>Utiliser celui-ci</div> <div>Ne pas utiliser</div>
MNT	
Ortho	Configurer le traitement ▾
Reconstruction3D	Configurer le traitement ▾
Export	Configurer le traitement ▾

Figure 9: Prototype d'une interface pour paramétrer les traitements Bati3D sur une sélection de zones. Ceci pourrait être une boîte de dialogue de l'outil de création de chantier. Pour chaque produit (MNE, MNT, Ortho, ...), l'utilisateur indique s'il veut configurer le traitement pour le générer, utiliser un produit déjà existant, ou ne pas utiliser ce produit.

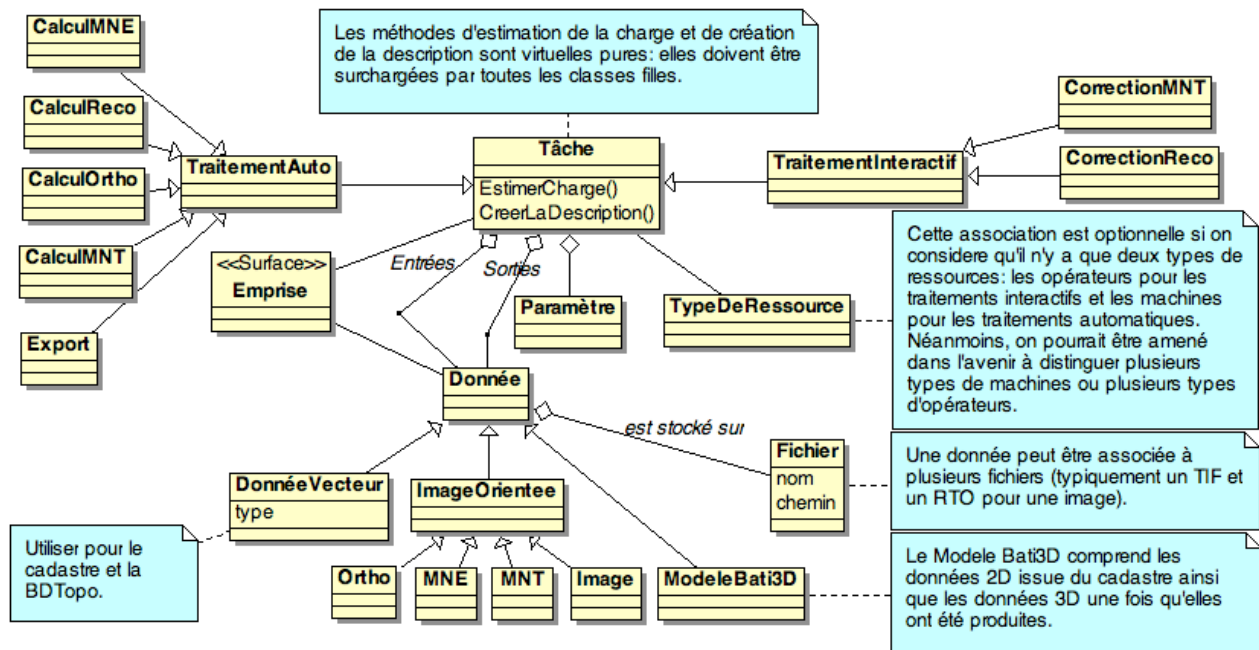


Figure 10: Modèle de données pour l'outil de création de chantier du processus Bati3D



Institut Géographique National DT/SR	Projet BATI3D	Edition : <b>1.5</b> Date: 18 octobre 2007
GPAO – Définition Détaillée		Page : 25 sur 33

**Tableau 3 : Exemple de descriptif de chantier en XML**

```

<Chantier>
  <Nom>ChantierTest</Nom>
  <Lots>
    <Lot>
      <Nom>Lot0</Nom>
      <Taches>
        <Tache>
          <Id>0</Id>
          <Nom>Calcul de MNE</Nom>
          <Description>
            Corrélation des images : /data/*.tif
            Nom du MNE : mne.tif
          </Description>
          <Charge>4</Charge>
          <TypeRessource>Machine</TypeRessource>
          <Dependance></Dependance>
          <Incompatibilité></Incompatibilité>
        </Tache>
        <Tache>
          <Id>1</Id>
          <Nom>Calcul de l'ortho</Nom>
          <Description>
            Utiliser les images : /data/*.tif
            Nom du MNE : mne.tif
            Nom de l'ortho : ortho.tif
          </Description>
          <Charge>1</Charge>
          <TypeRessource>Machine</TypeRessource>
          <Dependance>0</Dependance>
          <Incompatibilité></Incompatibilité>
        </Tache>
      </Taches>
    </Lot>
  </Lots>
</Chantier>

```

Une fois le descriptif produit, le gestionnaire utilisera l'interface générique pour importer son chantier dans la GPAO. Le système va ensuite intégrer ces nouvelles tâches dans sa base de données. Il va aussi demander à l'ordonnanceur de produire un nouveau planning de production en tenant compte de tous les chantiers présents dans la base.

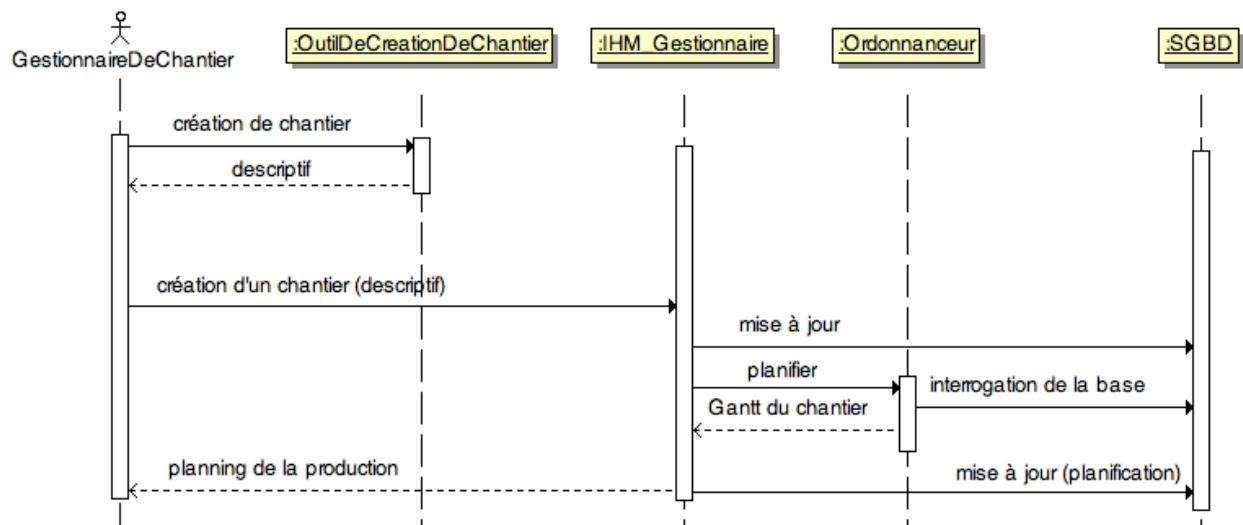


Figure 11 : Diagramme de séquence pour la création de chantier

### D.1.3 Gérer des ressources

C'est le deuxième cas d'utilisation que nous allons détailler. Le premier objectif est de permettre aux responsables de chantier ou au chef de LPI de s'informer sur: le plan de charge des machines et des opérateurs, et les dates de livraison des chantiers. Cette information peut se déduire directement de la base de données de la GPAO et elle sera consultable grâce à l'interface web.

Le deuxième objectif est de pouvoir agir si le plan de charge ou les dates de livraison ne sont pas satisfaisants. Pour cela on prévoit la possibilité de changer les priorités sur les chantiers, les lots ou même sur les tâches individuellement. Pour ne pas perturber inutilement le système ou commettre des erreurs, il ne faut pas valider directement les changements de priorité, mais d'abord proposer à l'utilisateur un nouveau planning et un nouveau plan de charge simulé. À partir de cette simulation, l'utilisateur validera ou non ces modifications.

Il faut également qu'une interface soit disponible pour permettre au responsable de l'atelier de faire évoluer la capacité de son équipe pour prendre en compte les mouvements de personnel ou l'arrivée de nouvelles machines.

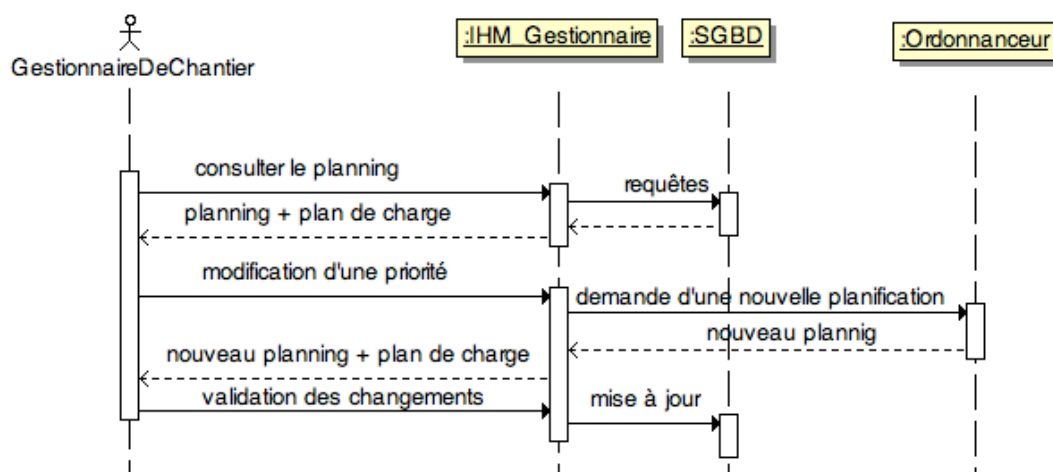


Figure 12 : Diagramme de séquence pour la gestion des ressources

Institut Géographique National DT/SR	Projet BATI3D	Edition : <b>1.5</b> Date: 18 octobre 2007
GPAO – Définition Détaillée		Page : 27 sur 33

### D.1.4 Suivre l'avancement

Ce cas d'utilisation concerne le chef de service et les clients (DC ou MODSP). Il s'agit de pouvoir renseigner régulièrement l'avancement des productions dans un rapport concis. Comme pour les plannings et les plans de charge du cas d'utilisation précédant, cette information peut être déduite directement de la base de données, mais puisque ces rapports ont vocation à être diffusés hors de l'atelier il sera indispensable de prévoir un processus de validation.

### D.1.5 Traiter des tâches

#### D.1.5.1 Les tâches interactives

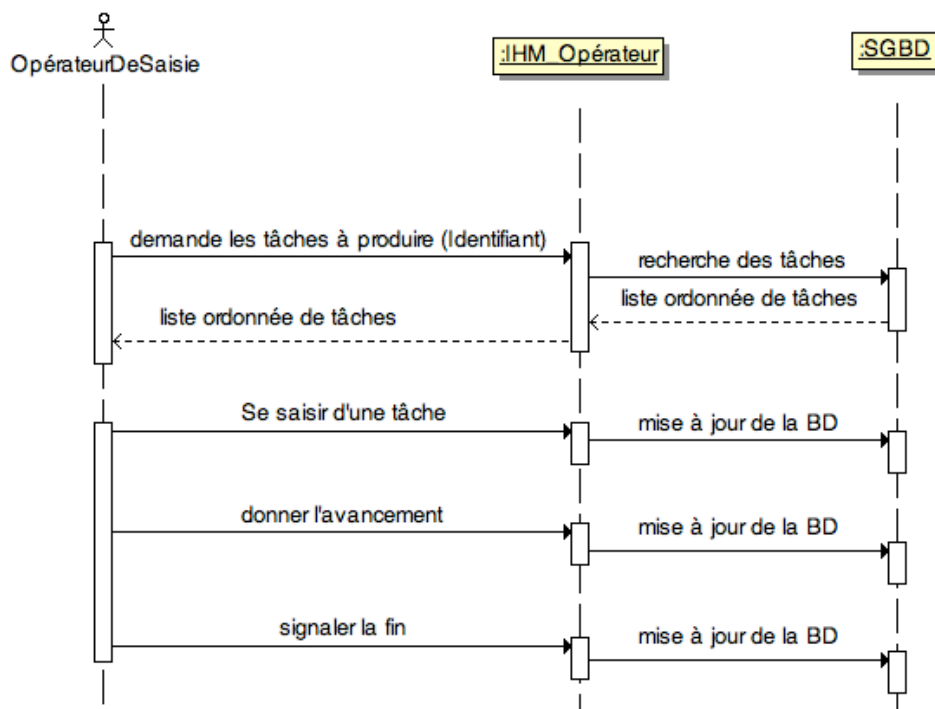


Figure 13 : diagramme de séquence pour le choix d'une tâche

Le diagramme de séquence ci-dessus montre quel est l'enchaînement des actions pour un opérateur. Toutes les interactions avec la GPAO se font via une interface (IHM\_Opérateur). Cette interface lui permet d'interroger et de modifier la base de données qui contient les tâches à réaliser.

#### D.1.5.2 Gestion des Traitements automatiques

On pourrait développer un automate pour chaque type de tâche que l'on souhaite traiter, mais il est préférable de factoriser les développements et de regrouper les automates par famille. On souhaite automatiser trois types de traitements :

- Les traitements faisant appel à des logiciels scriptables (GeoView, PhotoShop, ...)
- Les traitements faisant appel à des exécutables sans interface utilisateur (corrélateur MicMac, calcul d'ortho, ...)
- Les traitements distribués via condor.

On va donc proposer trois automates :

- Un automate Apple script : capable d'interroger la base des tâches pour trouver un traitement, de créer un script à partir de la description de la tâche, d'exécuter ce script et de renseigner la base sur l'avancement du traitement.

Institut Géographique National DT/SR	Projet BATI3D	Edition : <b>1.5</b> Date: 18 octobre 2007
GPAO – Définition Détaillée		Page : 28 sur 33

- Un automate Shell : capable d'interroger la base des tâches pour trouver un traitement, de créer un script Shell à partir de la description de la tâche, d'exécuter ce script et de renseigner la base sur l'avancement du traitement.
- Un automate condor : capable d'interroger la base des tâches pour trouver un traitement, de créer un fichier de commandes condor à partir de la description de la tâche, de le soumettre au serveur et de renseigner la base sur l'avancement du traitement.

On voit que ces trois automates ont en commun les fonctionnalités d'interrogation et de mise à jour de la base des tâches, mais chacun doit interpréter et traiter différemment la description des tâches.

Pour le protocole de communication entre les automates et le serveur de GPAO, deux options sont possibles : soit on utilise le système de fichier comme c'est le cas pour la GPAO de la BDParcellaire ou la production de **la carte à la carte**, soit on utilise directement des requêtes au SGBD. Dans le premier cas, un fichier de paramètres est déposé dans un répertoire partagé pour chaque tâche en attente alors que dans le deuxième cas, la recherche d'un travail à traiter se fait en interrogeant directement la base de données. Il nous semble que les deux solutions sont acceptables, la première est, probablement, légèrement plus simple à développer, mais la deuxième nous semble plus rapide à déployer et plus simple à maintenir. Nous recommandons donc l'utilisation de requête sur le SGBD pour la communication entre les automates et le serveur de GPAO.

On constate que même si la mise au point des scripts ou des fichiers de commandes condor est liée à un processus de production particulier, les automates seront suffisamment génériques pour être utilisables pour plusieurs processus.

## E Modélisation de la base de donnée

L'analyse fonctionnelle réalisée montre que la GPAO repose principalement sur une base de données des tâches à réaliser. La bonne modélisation de cette base de données est donc un point essentiel dans l'analyse de la GPAO et nous allons la détailler dans cette partie.

Pour des raisons de généricité que l'on a déjà exposées, on ne retrouve dans cette base aucune notion sur les données ou sur un processus particulier de production. Ces notions ne sont utiles que lors de la création du chantier et on les a déjà présentées dans la Figure 10. On ne modélise ici que ce qui est nécessaire à l'ordonnancement et à l'exécution des tâches. Ceci nous conduit à une description assez simple, présentée dans la Figure 14.

Sans reprendre la description de l'ensemble de ce diagramme de classe, nous allons en signaler les points importants.

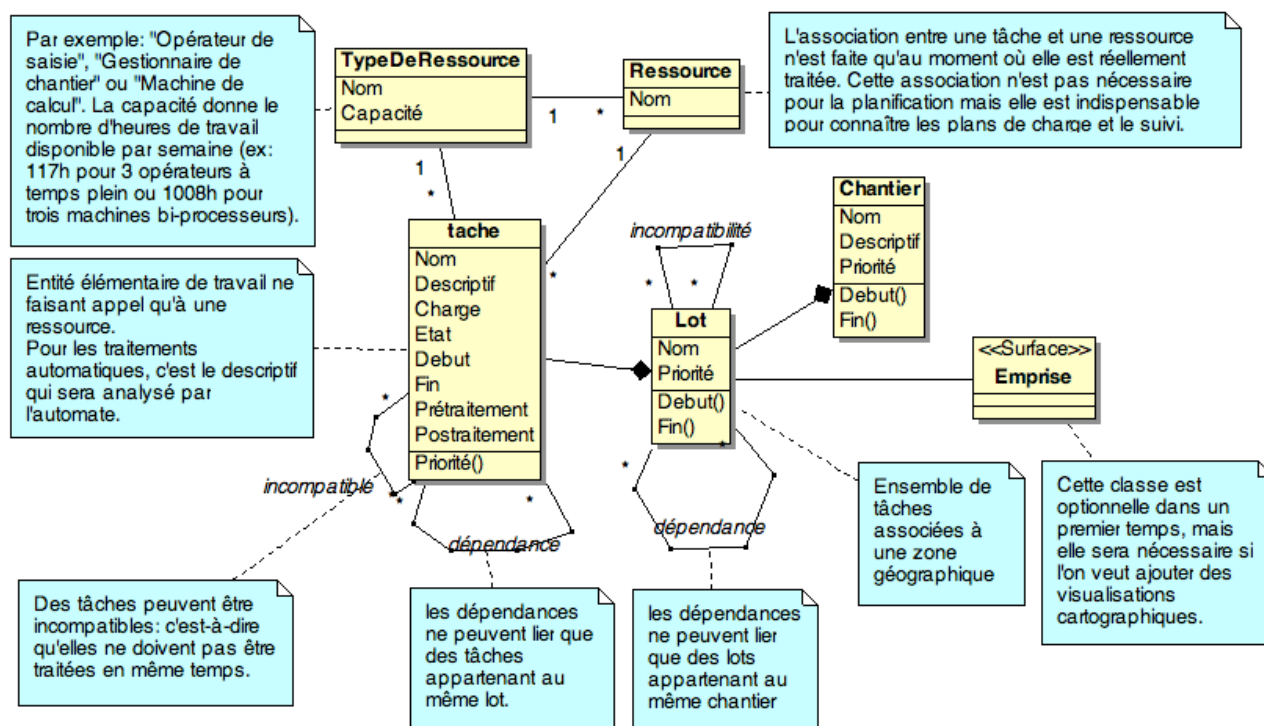


Figure 14 : Diagramme de classe pour la GPAO

## E.1 La classe tâche

La classe centrale est, bien entendu, la tâche. C'est cette classe qui porte la description des travaux à réaliser. Des associations de dépendance permettent de modéliser les contraintes sur l'enchaînement des tâches. On a aussi prévu des associations d'incompatibilité pour modéliser les conflits possibles entre tâches. Ceci correspond à un besoin évoqué par le SBV/PBXP à propos de la Majec : on a parfois des tâches qui peuvent s'exécuter dans un ordre quelconque, mais pas simultanément. C'est par exemple le cas si on veut éviter les accès concurrents sur une donnée.

La Figure 15 montre comment évolue une tâche au cours du temps. En particulier, on voit que les dates de fin et de début sont d'abord basées sur le planning théorique avant de devenir les dates constatées lors des traitements. On voit aussi que l'association entre la tâche et les ressources n'est faite qu'au moment où l'on va débiter les traitements. Cette figure montre aussi que l'attribut état permet de gérer les échecs et éventuellement le relancement du traitement. Il faudra distinguer plusieurs types d'échec. Si c'est un échec dû à un problème local ou à l'abandon de la tâche par l'opérateur on peut immédiatement remettre la tâche dans les tâches prêtes à traiter. Par contre, s'il y a une raison profonde à l'échec, il ne faut pas la proposer à un autre opérateur ou à une autre machine et il faut que le gestionnaire de chantier fasse un diagnostic.

On constate également sur le diagramme de classe que la notion de priorité est un attribut pour les lots et les chantiers, par contre c'est une méthode (ou plus exactement un attribut calculé) pour la tâche. Cela signifie que l'on ne cherchera pas à modifier individuellement les priorités des tâches dans un lot, la priorité de chaque tâche sera déduite de celle de son lot et de son chantier.

Comme nous avons choisi de ne pas modéliser les données associées aux traitements, il faudra créer des tâches d'approvisionnement. Ces tâches d'approvisionnement permettront de modéliser le fait qu'un traitement ne peut être lancé que lorsque certaines données sont disponibles.

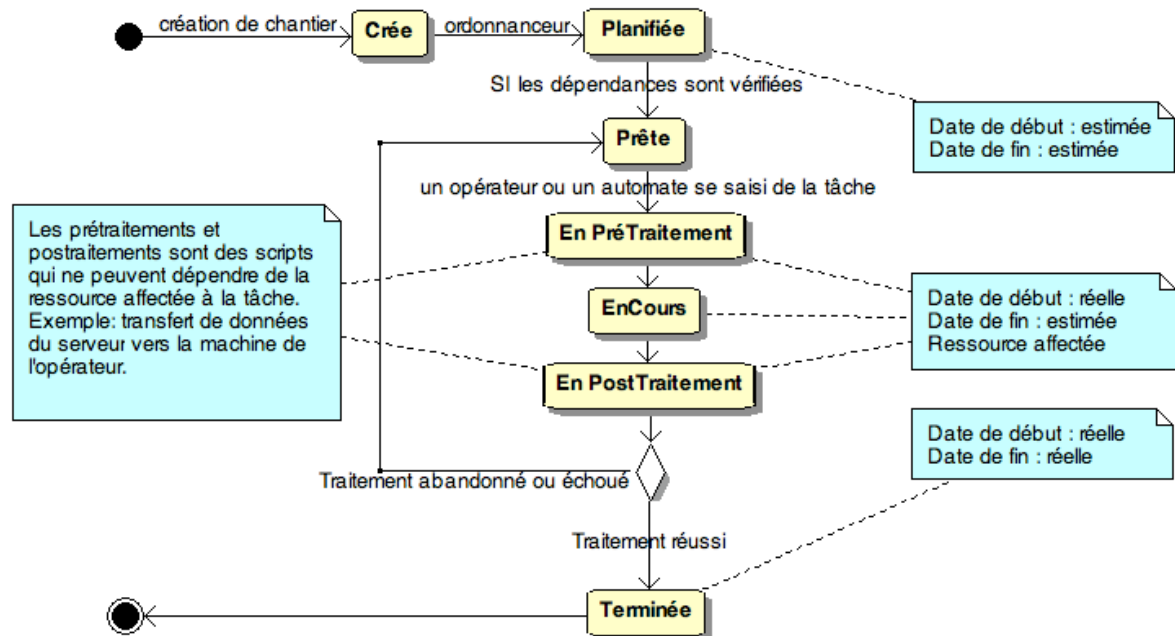


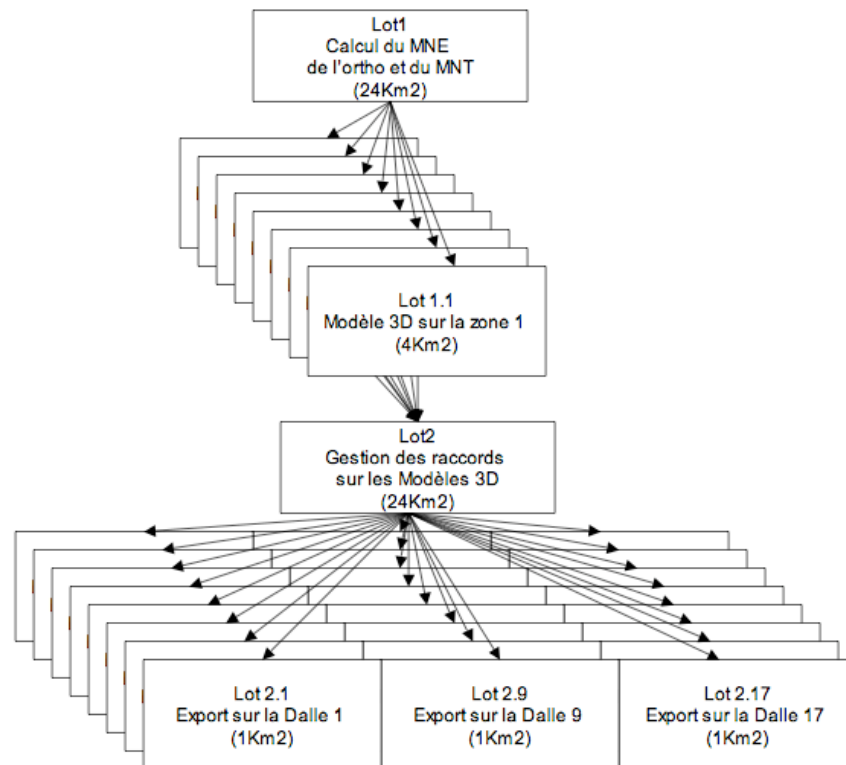
Figure 15 : Diagramme d'états transitions pour les tâches

## E.2 Les classes Lot et Chantier

Nous avons choisi de modéliser deux niveaux hiérarchiques au-dessus des tâches : les lots et les chantiers. Certains processus, comme Bati3D, peuvent nécessiter d'autres niveaux hiérarchiques comme des sous-lots ou des dalles d'export. Dans ces cas, on pourra lier plusieurs lots grâce aux relations de dépendance et d'incompatibilité que nous avons prévues entre les lots comme le montre l'exemple de la Figure 16.

Comme aucune dépendance n'est possible entre des tâches ou des lots n'appartenant pas au même chantier, les chantiers sont totalement indépendants. Il sera donc possible de supprimer un chantier de la base dès qu'il aura été traité. Il pourra néanmoins être intéressant de conserver des archives des chantiers pour pouvoir étudier l'évolution de la productivité ou pour pouvoir retrouver rapidement les machines qui ont été utilisées sur un chantier pour un diagnostic ou une maintenance.

Institut Géographique National DT/SR	Projet BATI3D	Edition : <b>1.5</b> Date: 18 octobre 2007
GPAO – Définition Détaillée		Page : 31 sur 33



**Figure 16 : Exemple de gestion des 3 niveaux de découpage des chantiers Bati3D avec la notion de lot de la GPAO. Les flèches indiquent les dépendances.**

### **E.3 Les classes TypeDeRessource et Ressource**

Il est nécessaire de distinguer la notion de type de ressource (par exemple : opérateur de saisie ou machine de calcul) et la notion de ressource (l'opérateur Dupont ou la machine DEL-32953132654564). Pour la planification, la notion de type de ressource est suffisante : on a juste besoin de connaître la capacité de travail de l'atelier. Par contre, la notion de ressource individuelle devient nécessaire pour le suivi des tâches : il faut savoir qui est en train de produire quoi. Cette association permet également de retrouver facilement tous les traitements liés à une machine en cas de problème. Comme on l'a vu dans la Figure 15 l'association entre la ressource et la tâche n'est réalisée qu'au moment où la tâche va être traitée.

Institut Géographique National DT/SR	Projet BATI3D	Edition : <b>1.5</b> Date: 18 octobre 2007
GPAO – Définition Détaillée		Page : 32 sur 33

## F Conclusion

---

Cette analyse a permis de définir de façon détaillée les fonctionnalités attendues pour la GPAO. On a montré que l'on pouvait dissocier l'outil de création de chantier qui doit forcément être dépendant du processus, de l'outil de gestion de production qui peut être relativement générique.

On propose un système simple à maintenir et à faire évoluer. Il est organisé autour d'une base de données des traitements avec une interface web et des agents installés sur les machines de l'atelier pour traiter automatiquement certaines tâches. On est donc sur un principe très proche de la GPAO en place pour la BDParcellaire. Cependant, grâce à l'ordonnanceur, le système que nous proposons disposera de capacité de planification qui n'existe pas dans la GPAO de la BDParcellaire. Il devrait également être plus évolutif et plus simple à maintenir pour deux raisons. D'une part parce que la base de données associée est beaucoup plus simple : elle n'intègre pas les notions propres au processus. Et d'autre part, parce qu'il y aura une plus grande indépendance entre l'outil de production et l'outil de GPAO.

Ce rapport est complété par une étude technique qui expose comment réaliser, mettre en place et maintenir le système proposé.



Institut Géographique National DT/SR	Projet BATI3D	Edition : <b>1.5</b> Date: 18 octobre 2007
GPAO – Définition Détaillée		Page : 33 sur 33

## G Documents cités

---

S. Gras, 15/06/07 : Manuel opérateur pour la production de MNT à partir de GeoView, Version 1.5

DT/SR/Projet Alti : ALTI-313

[SBV1] : Manuel opérateur de production de MNT's sous GéoView, Version 2.0

DPR/SBV/PBXP

[Tantot] : Déploiement de la plate-forme de calcul distribué « Condor » au sein du réseau IGN

Rapport d'étude pour l'examen professionnel

[SBI1] : Définition Détaillée : Exploitation des métadonnées de production BDParcellaire

SBI 2007 / 0286 du 24 avril 2007

[Ilog] : Implémentation of Resource Constraints in ILOG SCHEDULE : A Library for Development of Constraint-Based Scheduling Systems.

Claude Le Pape

Intelligent Systems Engineering, 1994, Vol 3 N°2

[Pinedo] : Scheduling. In G. Salvendy (Ed.),

Handbook of Industrial Engineering (2nd edition). Chichester: Wiley.Interscience.