

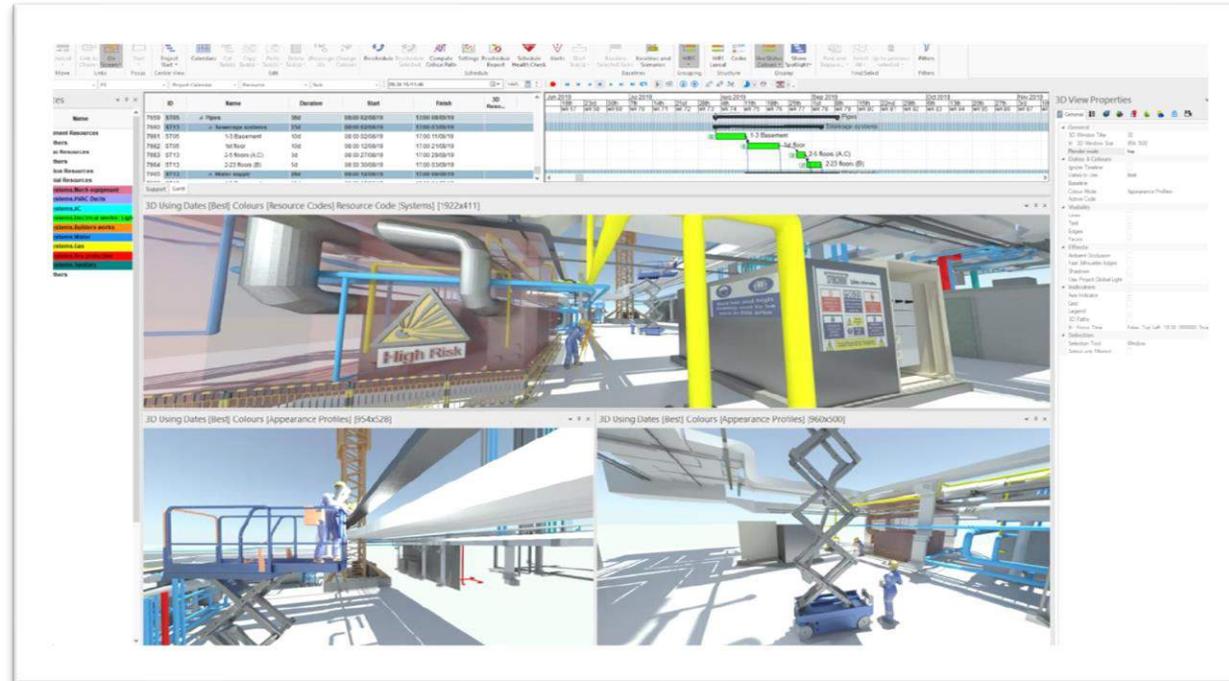


Suivi et contrôle de l'avancement des travaux en BIM 4D. REX et cas d'étude du Projet Nanterre 2 CESI

Ridha Bensahaila

La captation de cette conférence est disponible sur Culture Sciences de l'Ingénieur à partir du lien suivant : https://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay/ressources_pedagogiques/edubim-2021-suivi-controle-avancement-des-travaux-en-bim4d

COMMENT LE BIM PEUT-IL PERMETTRE AU MAÎTRE D'OUVRAGE DE SUIVRE ET CONTRÔLER L'AVANCEMENT DES TRAVAUX ?



Ridha BENSABAILA :

BIM Manager – IDEC SANTE – GROUPE IDEC
Intervenant formateur MS MPC BIM & Maquette Numérique

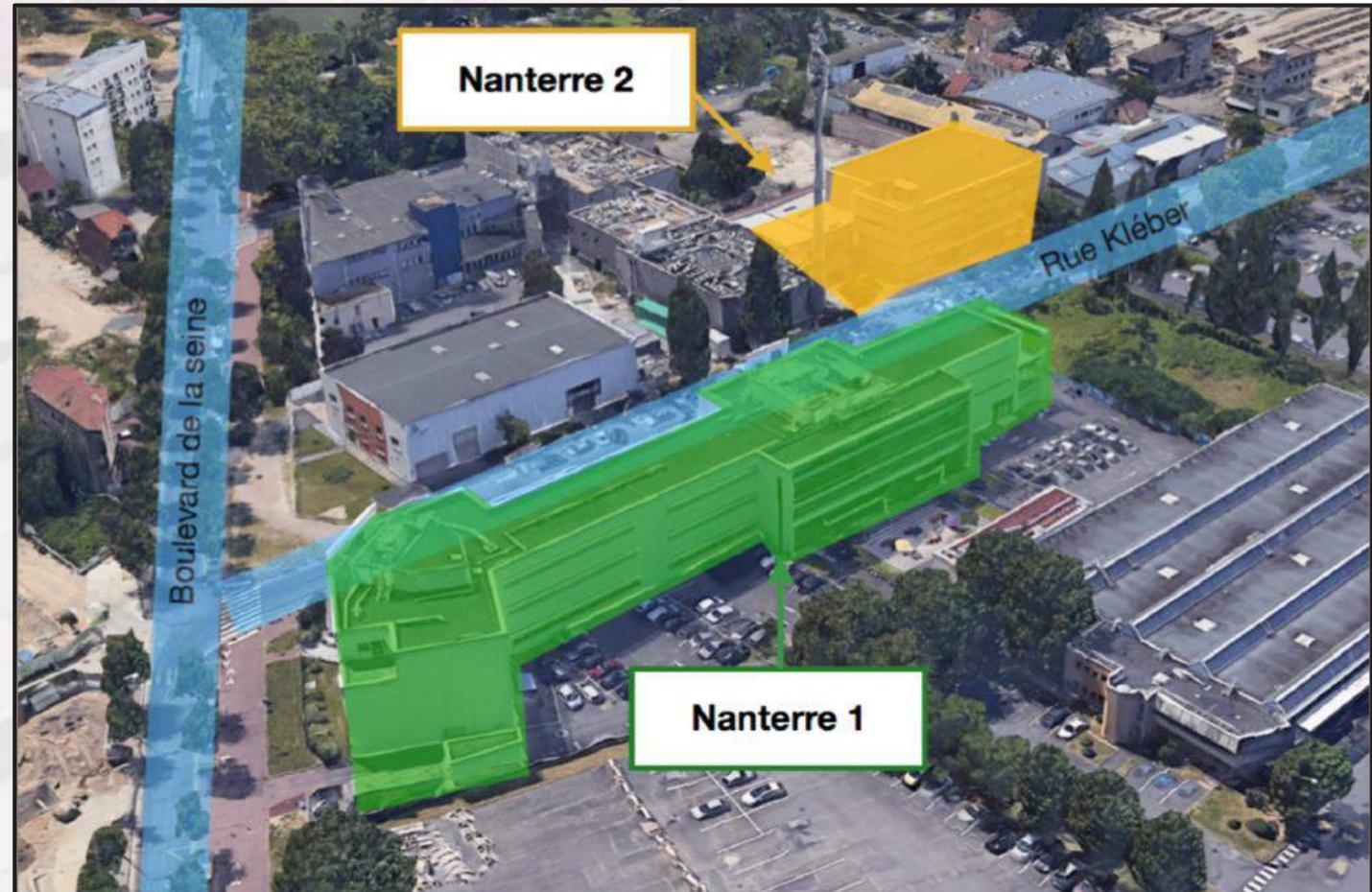


LINEACT



Contexte

- **2018 - Extension** campus CESI Nanterre :
 - Démolition bâtiment existant
 - Dépollution
 - Construction d'un ERP R+4
 - Création d'un parking personnel



Contexte

- Un projet réalisé en **BIM niveau 2** selon les exigences du maître d'ouvrage (CESI) exprimées dans le cahier des charges.
- Cas d'usages BIM du projet :
 - **Modélisation du site**
 - **Modélisation de conception**
 - **Production des livrables 2D**
 - **Communication du projet**
 - **Revue de projet**
 - Etudes analytiques
 - **BIM 4D**
 - BIM 5D
 - **Gestion des conflits**
 - **Support à la logistique**
 - **Contrôle de conformité aux exigences réglementaires à partir de la MN**
 - **Classification/ codification**
 - Gestion des ouvrages et équipements

Problématique

Comment le BIM peut-il permettre au maître d'ouvrage de suivre et contrôler l'avancement des travaux ?

Structuration de la réflexion :

- Analyse des méthodes de planification traditionnelles ;
- Etat de l'art des méthodes et outils de la planification 4D ;
- Proposition d'une méthode de travail ;
- Application et critique de la solution proposée ;
- Conclusion et ouverture



1

Planification d'un projet de construction

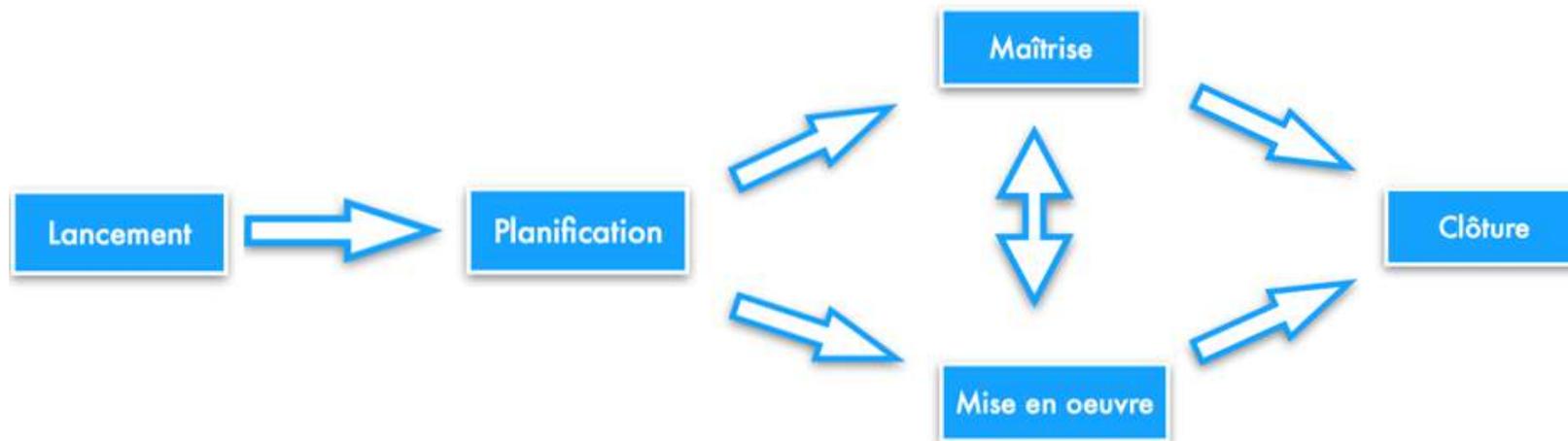
Solutions pour l'exploitation

Qu'est ce qu'est un « projet » ?

« Un ensemble unique de **processus**, constitués d'activités **coordonnées** et **maîtrisées**, ayant **des dates de début et de fin** et entreprises pour **atteindre les objectifs du projet...** »

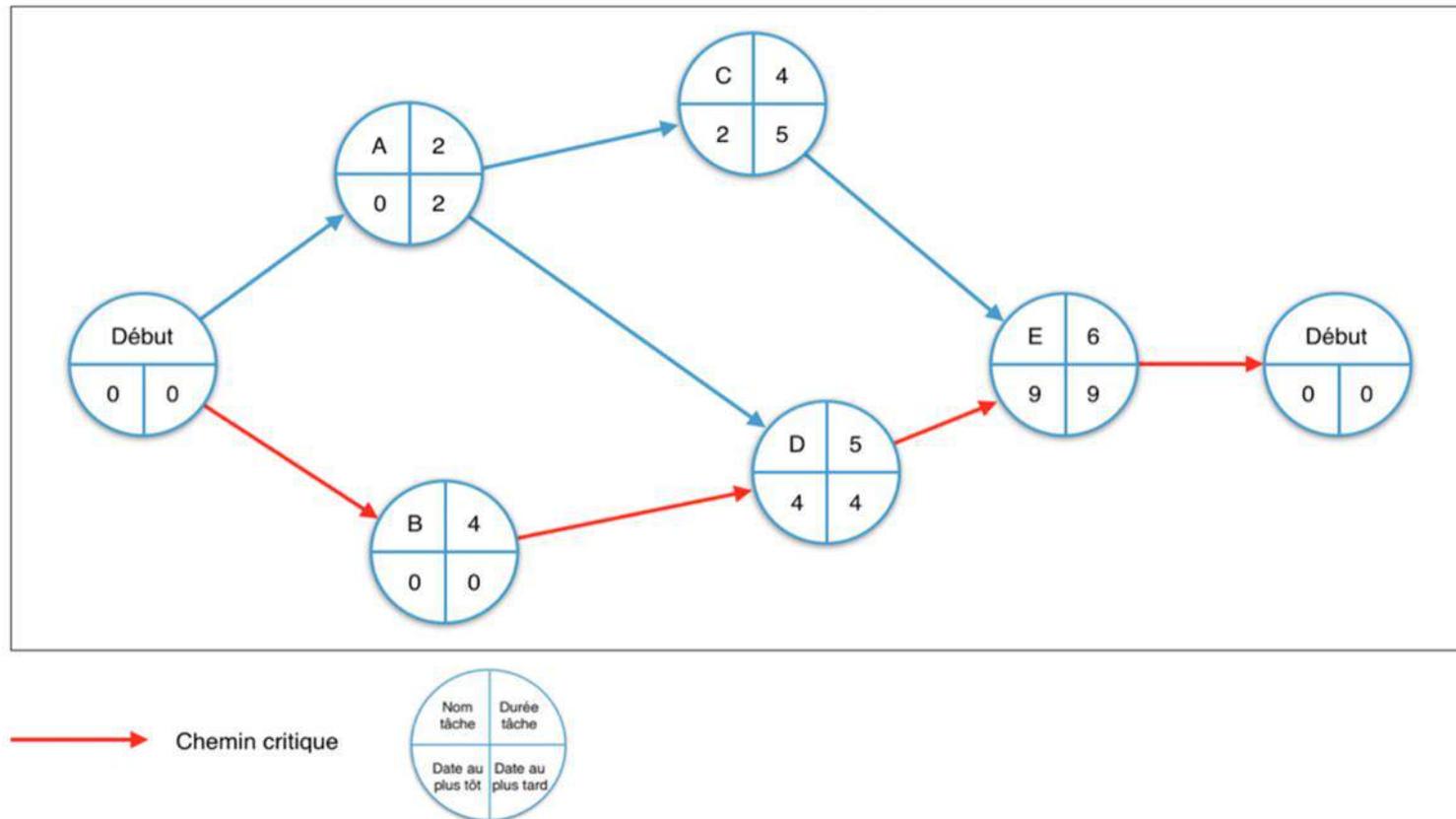
Norme ISO 21500

Cycle de vie d'un projet ?



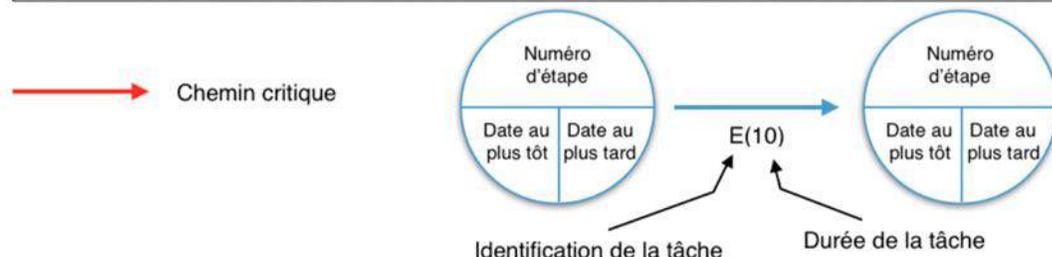
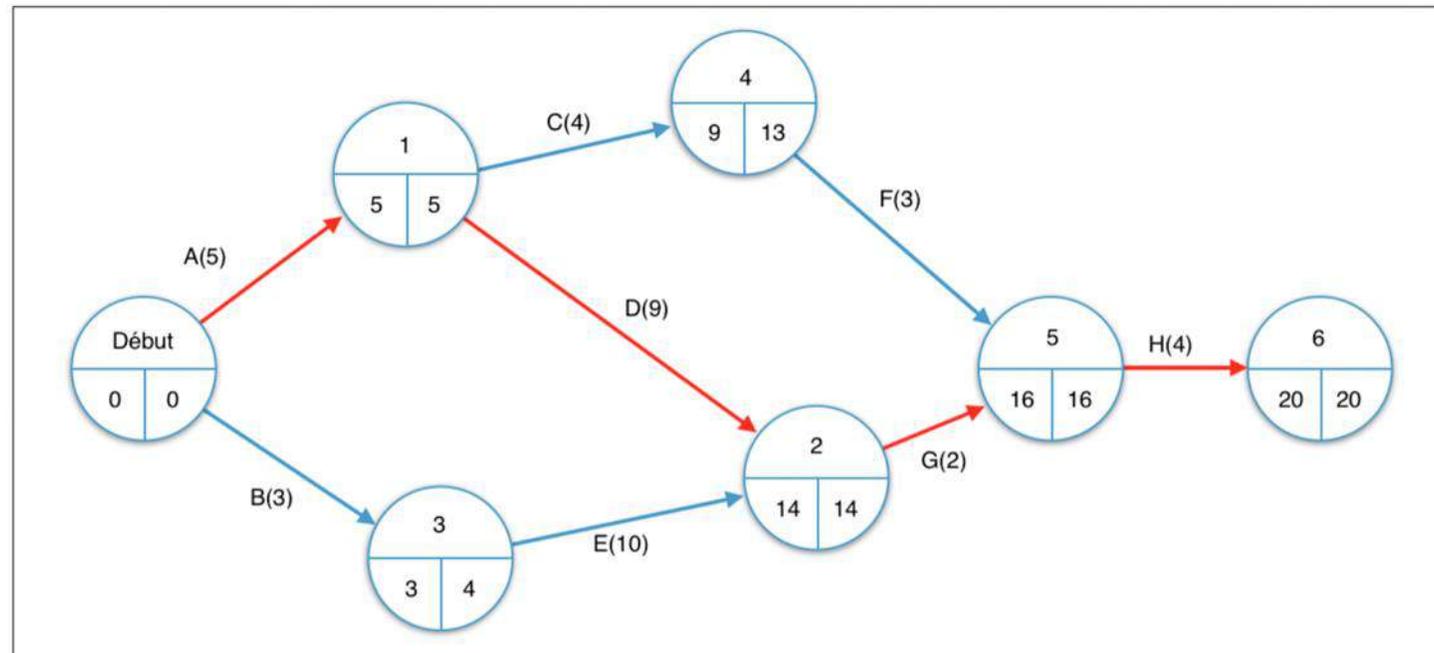
Comment ?

La méthode CPM (*Critical Path Method*)



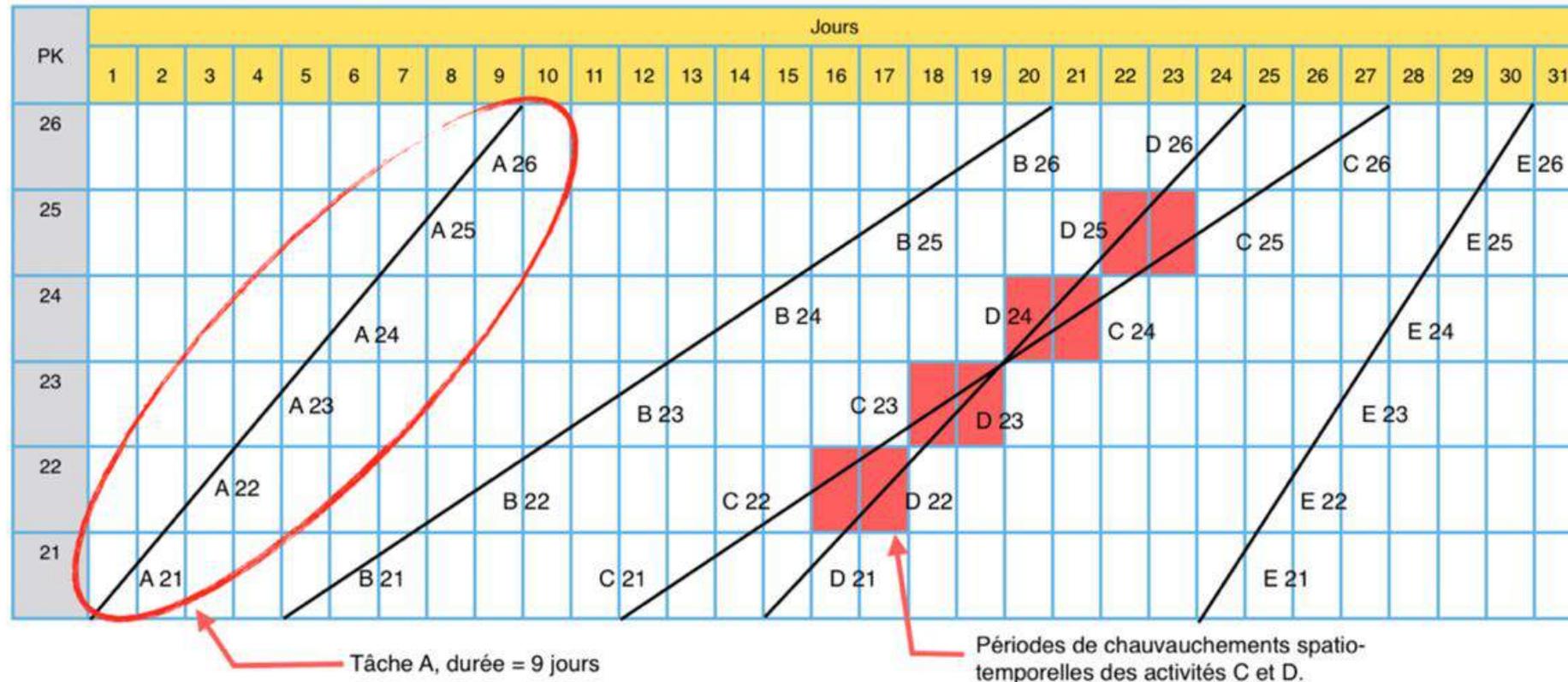
Comment ?

La méthode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)



Comment ?

La méthode LBS (*Location-Based-Scheduling*)



Comment ?

Lean planning



Bilan et rappels

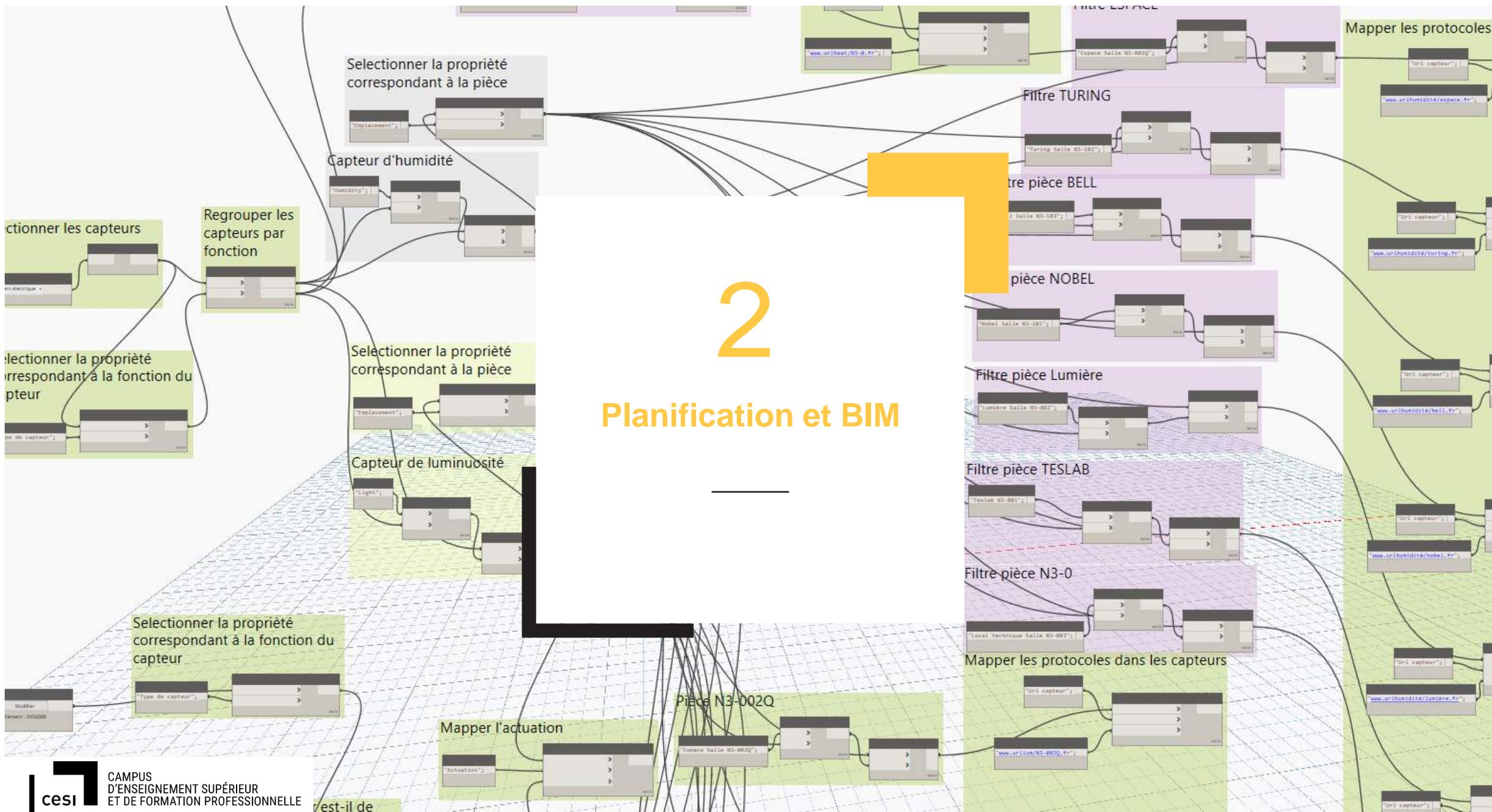
- Les ouvrages du secteur de la construction sont réalisés au moyen de projets ;
- La gestion de projet permet de planifier et contrôler l'atteinte des objectifs du projet ;
- Plusieurs méthodes de planification sont à disposition des acteurs de la construction ;
- Mais ...

« 70% des plannings traditionnels produits aux États-Unis sont faux. »

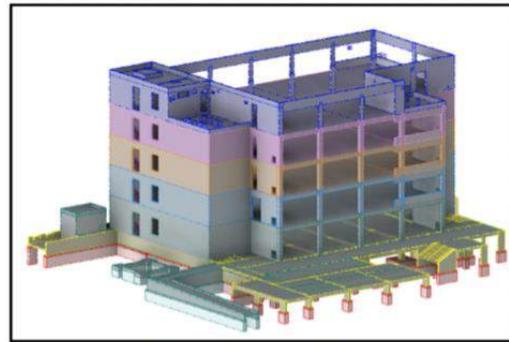
Brad Hardin et Dave Mcool (2015)

2

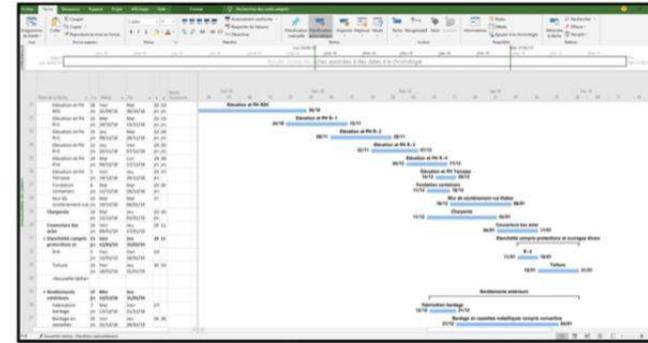
Planification et BIM



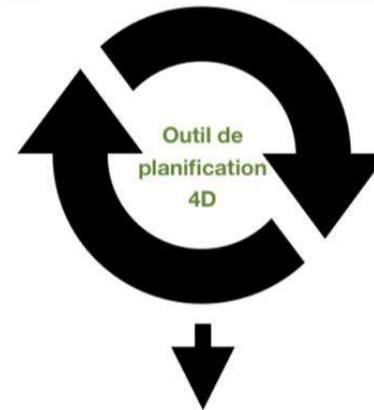
Planification 4D ?



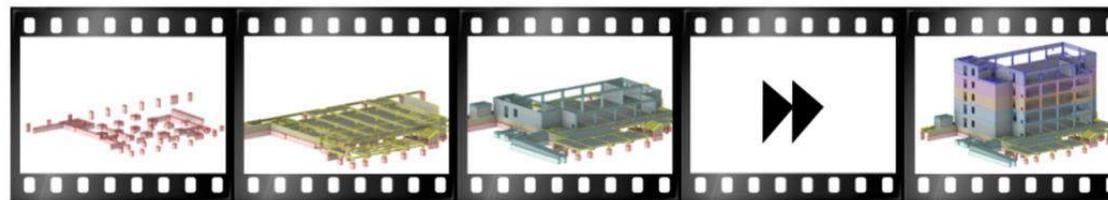
Maquette numérique



Planning des travaux

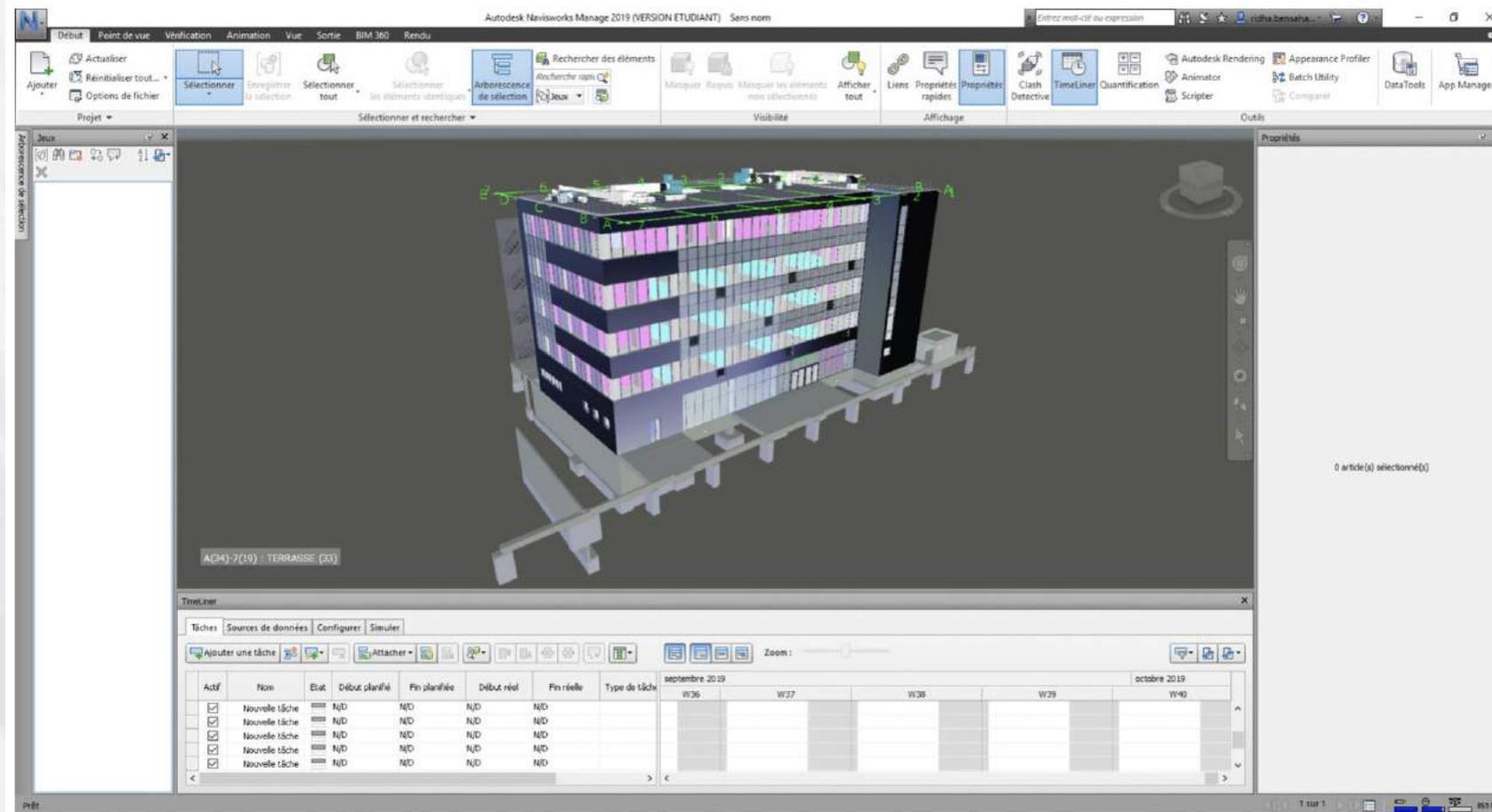


Outil de
planification
4D



Animation 4D

Quels outils ?



Manage (Navisworks) - Autodesk

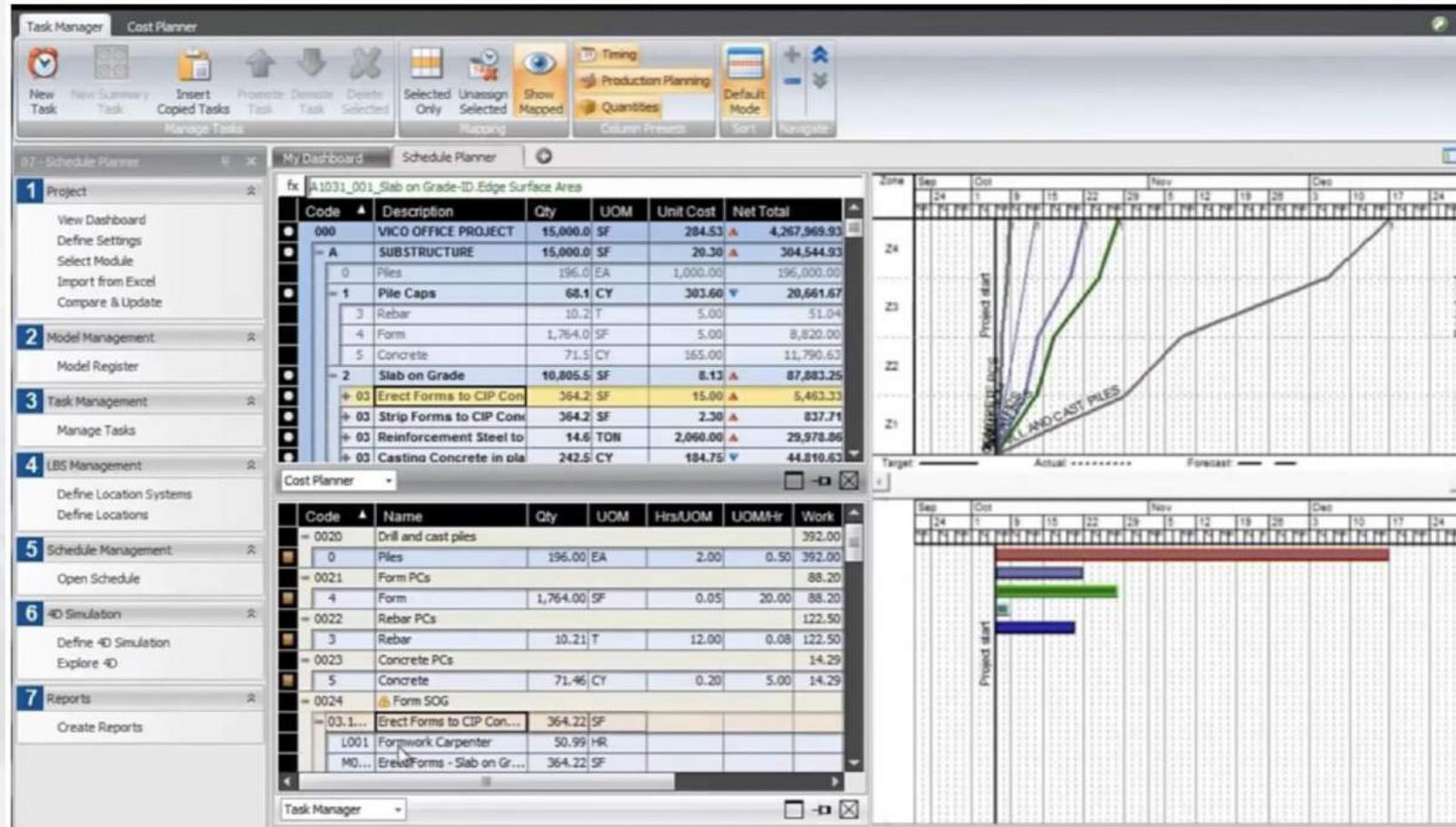
Quels outils ?

The screenshot displays the Synchro Pro software interface. The top part shows a 3D rendering of a construction site with a large building under construction, highlighted with pink and blue elements. The bottom part features a Gantt chart with columns for months from December 2019 to January 2020. The Gantt chart shows task bars for various construction activities, including 'Faux plafonds phase 2', 'Métallerie / Serrurerie', 'Portes + équipement', and 'Escaliers métalliques + passerelle'. A table below the Gantt chart provides detailed task information.

ID	Nom	Durée	Début	Fin	Ressources
84	ST01... Faux plafonds phase 2	5d	09:00 11/03/2019	18:00 15/03/2019	
85	ST01... Métallerie / Serrurerie	84d	09:00 11/01/2019	18:00 08/05/2019	
86	ST01... Portes + équipement	5d	09:00 02/05/2019	18:00 06/05/2019	
87	ST01... Escaliers métalliques + passerelle	40d	09:00 11/01/2019	18:00 07/03/2019	
88	ST01... Escaliers métalliques + passerelle ph.	10d	09:00 11/01/2019	18:00 24/01/2019	

Synchro Pro – Bentley Systems

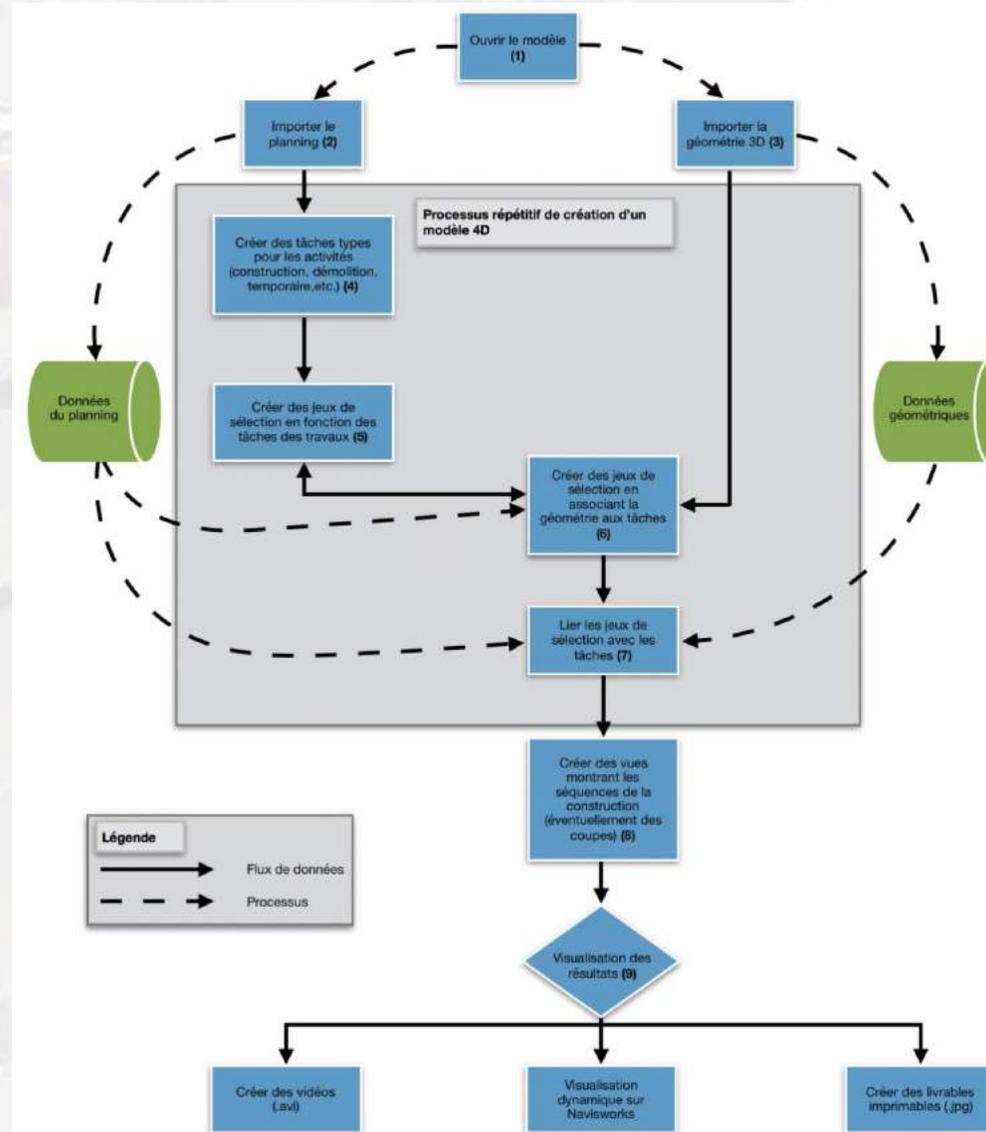
Quels outils ?



Vico Office – Vico Software

Quelles méthodes ?

Brad Hardin & David McCool



Quelles méthodes ?

The screenshot displays the Microsoft Project interface. The main window is divided into several panes:

- Task List:** A table listing tasks with columns for ID, Nom, Durée, Début, Fin, Ressources 3D, and BIM_Etage.
- Gantt Chart:** A horizontal bar chart showing task durations and dependencies over time.
- 3D Model:** A 3D visualization of a construction site, showing a building structure and a crane.

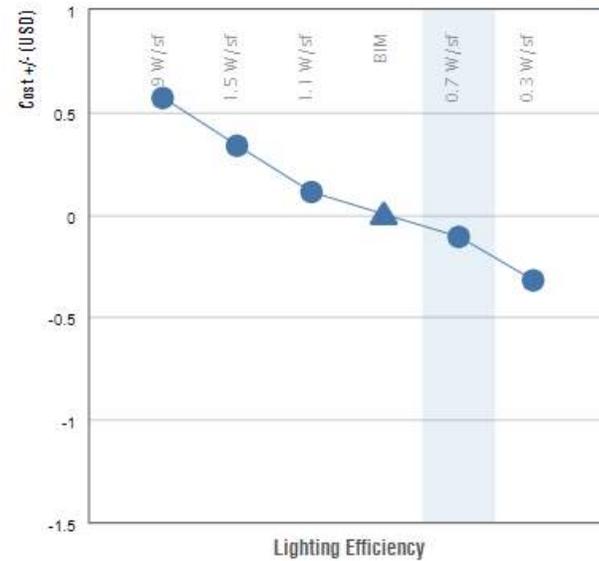
ID	Nom	Durée	Début	Fin	Ressources 3D	BIM_Etage
1	ST09 -> GO	219d	09:00 12/11/2018	18:00 30/10/2019	(2491)	
2	ST09 -> SITE	213d	09:00 12/11/2018	18:00 22/10/2019	1	
3	ST00 -> INSTALLATION DE CHANTIER	21d	09:00 12/11/2018	18:00 10/12/2018	209	BASE
4	ST09 -> GRUE	205d	09:00 30/11/2018	18:00 30/10/2019	(0)	
5	ST00 -> G1	189d	09:00 19/12/2018	18:00 25/10/2019 (*)	3	G1
6	ST00 -> G2	205d	09:00 30/11/2018	18:00 30/10/2019 (*)	3	G2
7	ST09 -> TRAVAUX GROS-OEUVRE	161d	09:00 01/01/2019	18:00 30/09/2019	(2215)	
8	ST09 -> TRAVAUX SOUS G1	161d	09:00 01/01/2019	18:00 30/09/2019	(1105)	
9	ST09 -> FONDATION	346	09:00 01/01/2019	18:00 04/03/2019	(42)	
10	ST00 -> Terrassement complémentaire	10d	09:00 01/10/2019	18:00 14/01/2019 (*)	2	Fondation
11	ST00 -> Radier	1d	09:00 15/01/2019 (*)	18:00 15/01/2019	1	Fondation
12	ST00 -> Voile Préfa	1d	09:00 15/01/2019 (*)	18:00 15/01/2019	1	Fondation
13	ST00 -> Radier	1d	09:00 18/01/2019	18:00 18/01/2019	1	Fondation
14	ST00 -> Terrassement complémentaire	2d	09:00 21/01/2019	18:00 22/01/2019	2	Fondation
15	ST00 -> Voile CEP	1d	09:00 21/01/2019	18:00 21/01/2019	4	Fondation
16	ST00 -> Voile CEP	1d	09:00 22/01/2019	18:00 22/01/2019	2	Fondation
17	ST00 -> Voile CEP	1d	09:00 23/01/2019	18:00 23/01/2019	2	Fondation
18	ST00 -> Voile CEP	1d	09:00 24/01/2019	18:00 24/01/2019	2	Fondation
19	ST00 -> Voile CEP	1d	09:00 25/01/2019	18:00 25/01/2019	2	Fondation
20	ST00 -> Voile CEP	1d	09:00 28/01/2019	18:00 28/01/2019	1	Fondation
21	ST00 -> Radier	1d	09:00 29/01/2019	18:00 29/01/2019	1	Fondation
22	ST00 -> Voile CEP	1d	09:00 29/01/2019	18:00 29/01/2019	1	Fondation

Hassan Tebbal – Vinci construction France

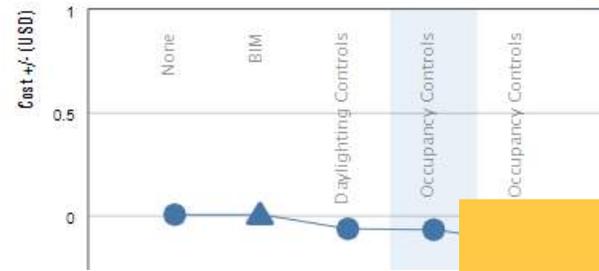
Bilan et rappels

- Aucune formation proposée en 2019-2021;
- Importante diversité des outils.;
- Méthodes peu documentées;

Lighting Efficiency



Daylighting & Occupancy Controls



Plug Load Efficiency

The power used by equipment i.e. computers and small appliances; excludes lighting or heating and cooling equipment.

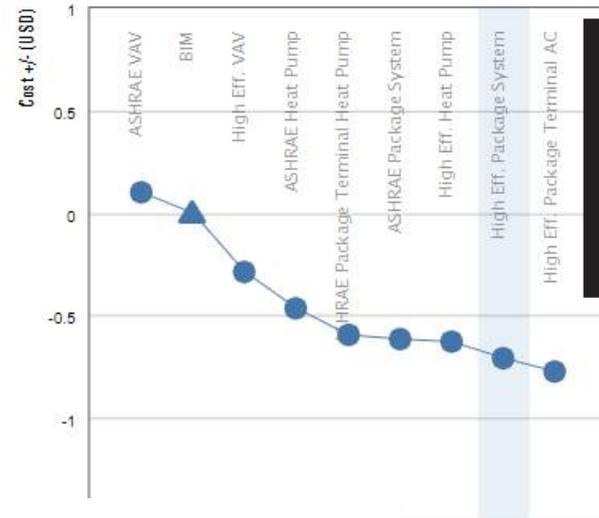
Current Setting:
1.0 W/sf



3

Proposition d'une solution

HVAC



PV - Panel Efficiency

The percentage of the sun's energy that will be converted to AC energy. Higher efficiency panels cost more, but produce more energy for the same surface area.

Current Setting:
20.4 %



Présentation de la méthode étudiée

- **Phase n°1** : Exprimer les objectifs 4D dans le cahier des charges BIM
- **Phase n°2** : Identifier les informations 4D et le Workflow nécessaires à la réalisation de l'usage BIM
- **Phase n°3** : Concevoir un planning projet adapté à l'usage de la 4D
- **Phase n°4** : Encadrer la production des MN pour un usage 4D

Phase n°1 : Exprimer les objectifs 4D dans le CdC

5- BIM 4D

Définition : c'est le processus par lequel une maquette numérique est associée à un planning. La dimension temps est utilisée pour planifier la phase d'exécution du projet ou de construction.

Dans ce projet : une planification 4D sera utilisée dans ce projet permettant d'avoir un rapprochement numérique des données BIM et du planning d'avancement ; le modèle de données BIM doit contenir les matériels et les ouvrages provisoires liés à l'exécution du chantier.

La mise à jour du planning doit être faite en temps réel et correspondre à l'avancement exact du chantier.

Extrait du cahier des charges BIM du MOA

Phase n°1 : Exprimer les objectifs 4D dans le CdC

N°	Formulation initiale	Formulation SMART
1	Le modèle de données BIM doit contenir les matériels et les ouvrages provisoires liés à l'exécution du chantier.	L'usage BIM 4D doit permettre de visualiser et analyser l'occupation des espaces par les matériels et les ouvrages provisoires dès lors que deux entreprises interviennent dans la même zone de travaux.
2	La mise à jour du planning doit être faite en temps réel et correspondre à l'avancement exact du chantier.	À tout instant de la phase de construction, la planification 4D doit permettre de mesurer l'avancement des travaux à +/- 3 jours.

Exprimer les besoins à l'aide d'objectifs SMART

Phase n°2 : Identifier les informations 4D et le Workflow nécessaires à la réalisation de l'usage BIM

EXPORTER LES MODELES 3D DANS UN LOGICIEL DE 4D

Données d'entrée :

- Maquettes 3D
- Planning

LIER LE PLANNING ET LE MODELE 3D

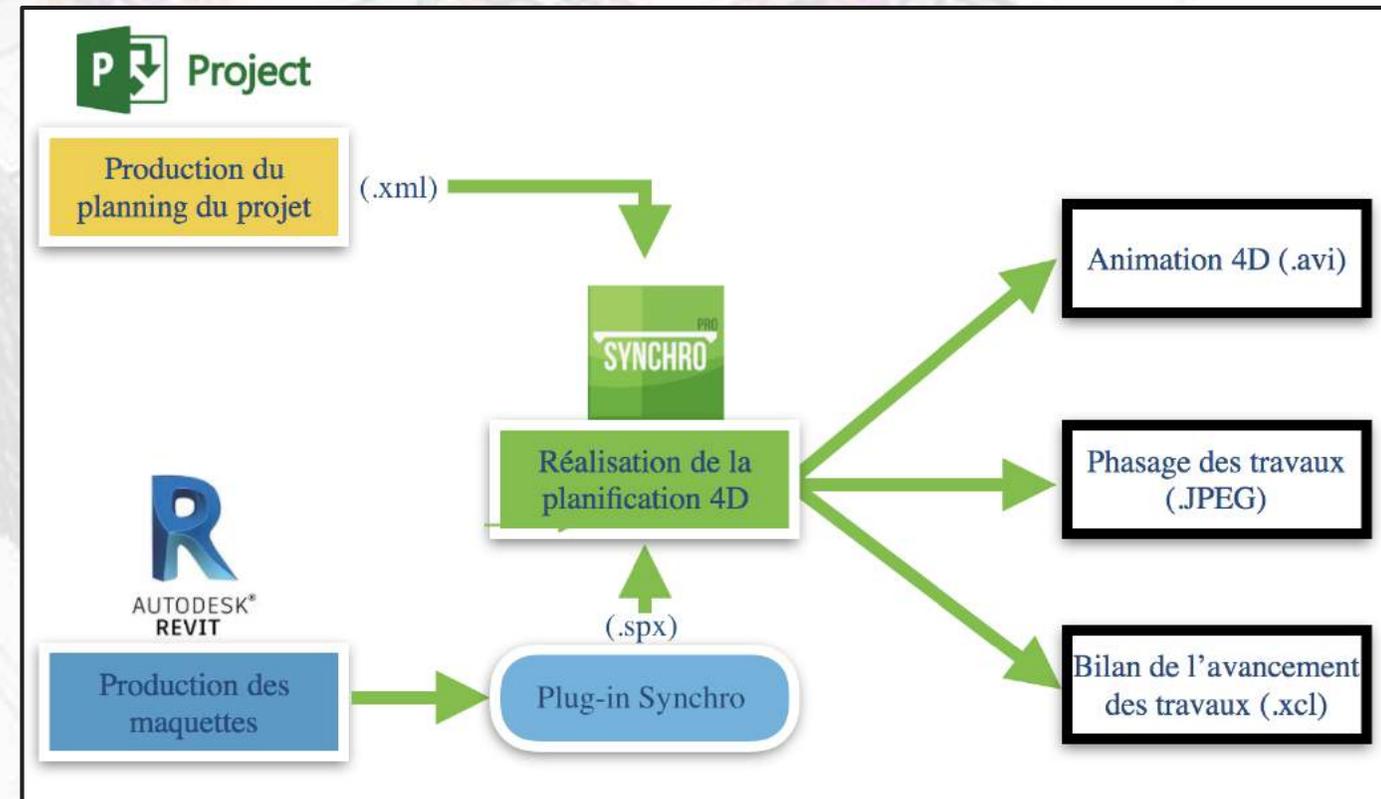
EXPORTER LE PHASAGE SUIVANT LE FORMAT VOULU

Données de sortie :

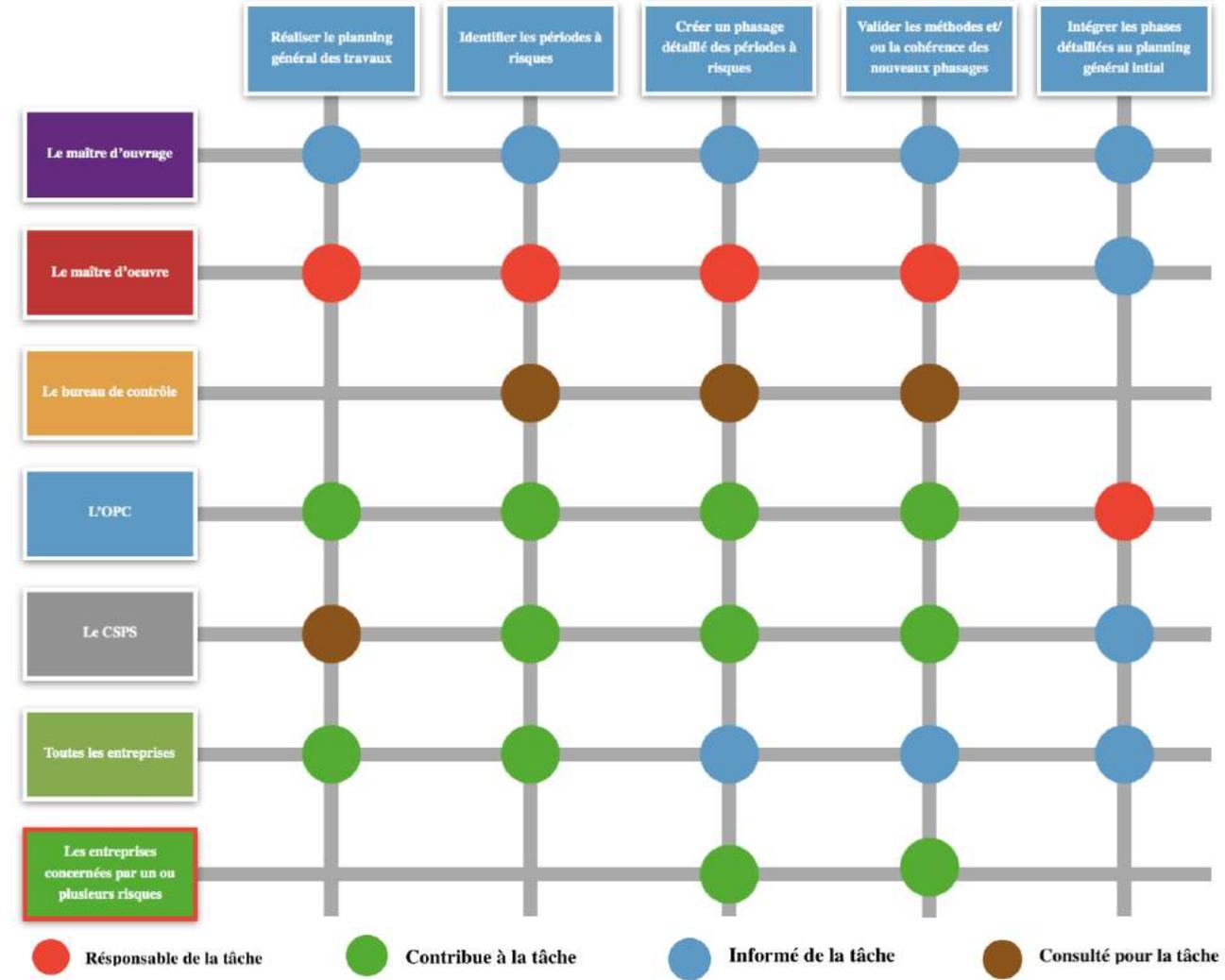
- Vidéo
- Carnet de phasage PDF

Workflow proposé dans la convention BIM *Nanterre 2*

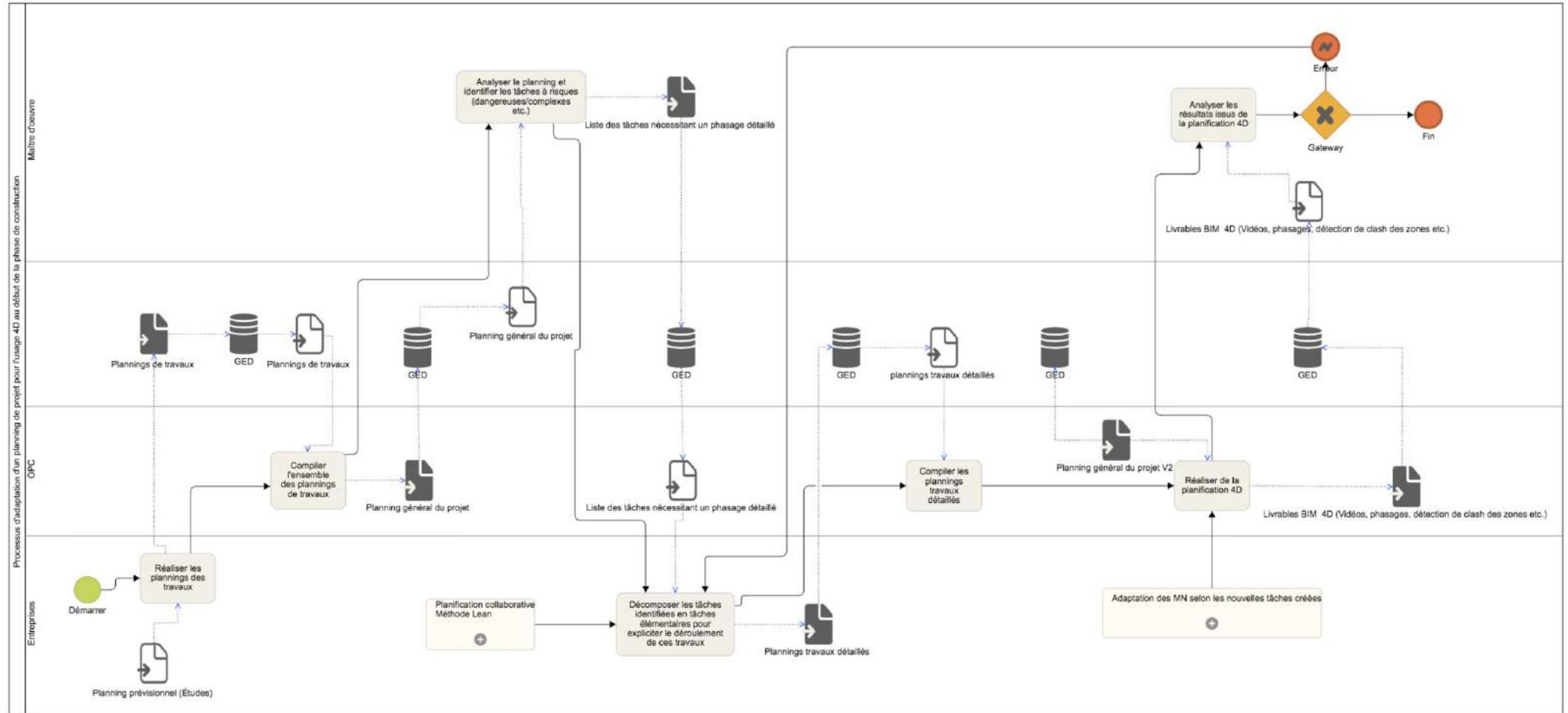
Workflow détaillé



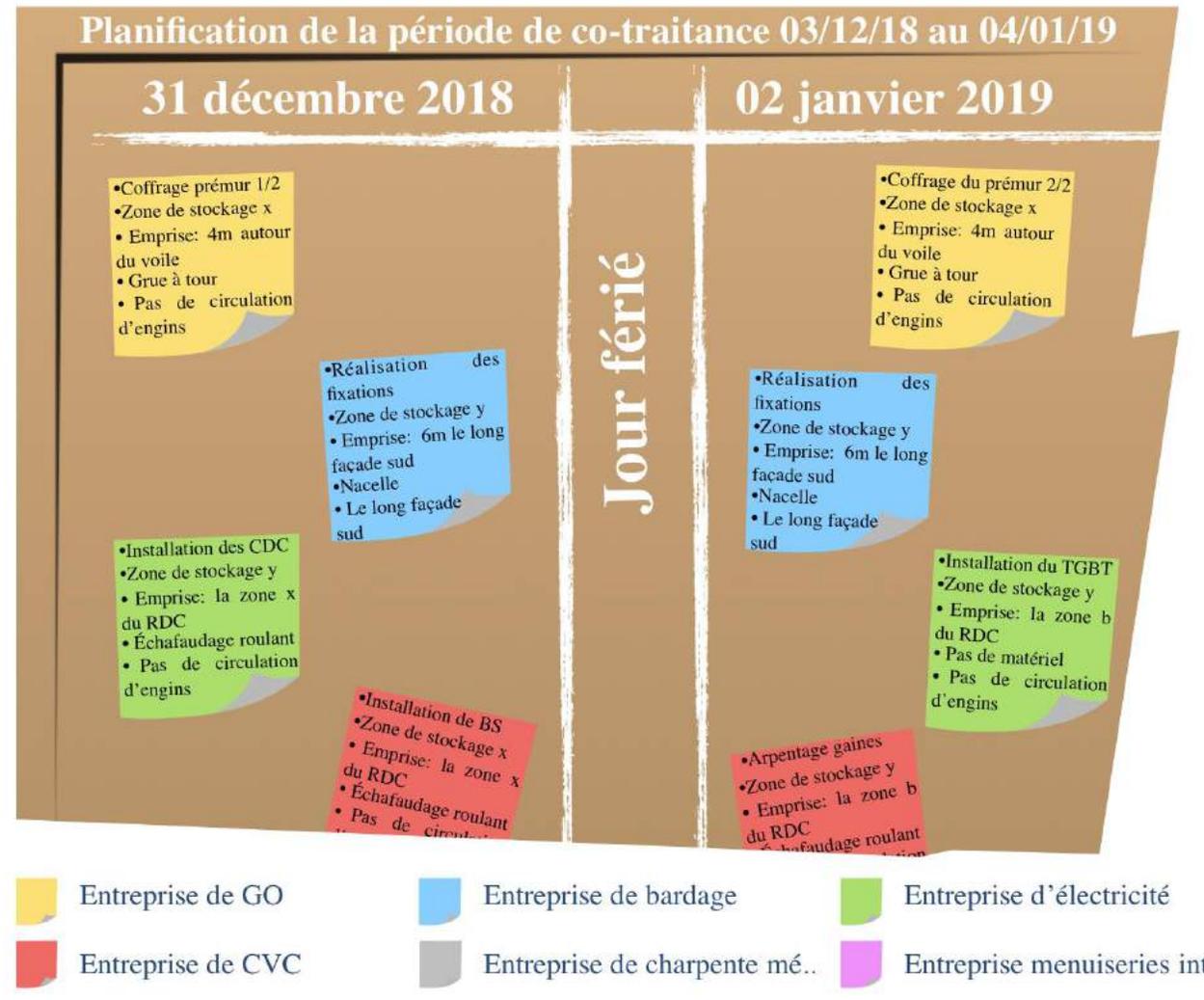
Phase n°3 : Concevoir un planning projet adapté à l'usage de la 4D



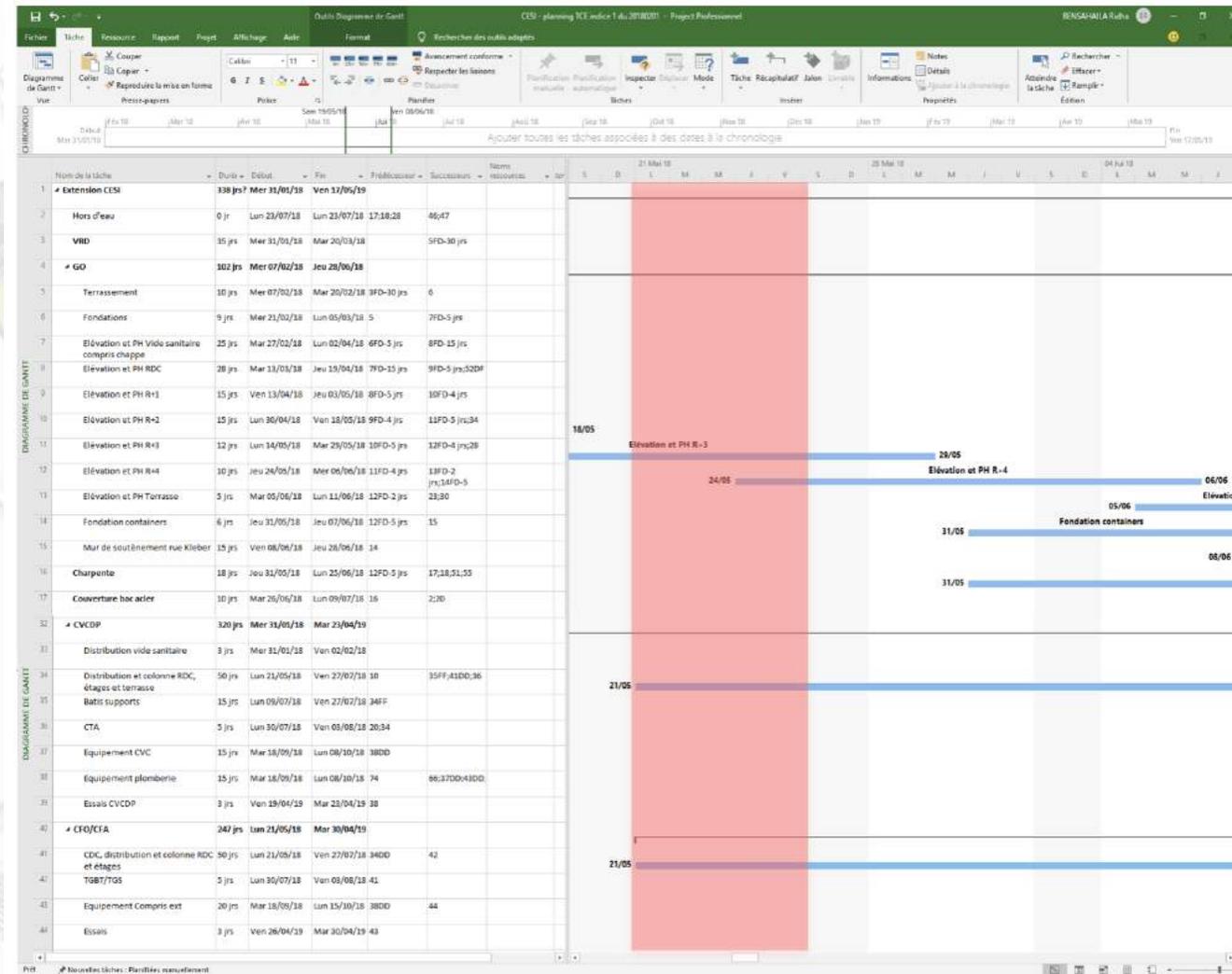
Phase n°3 : Concevoir un planning projet adapté à l'usage de la 4D



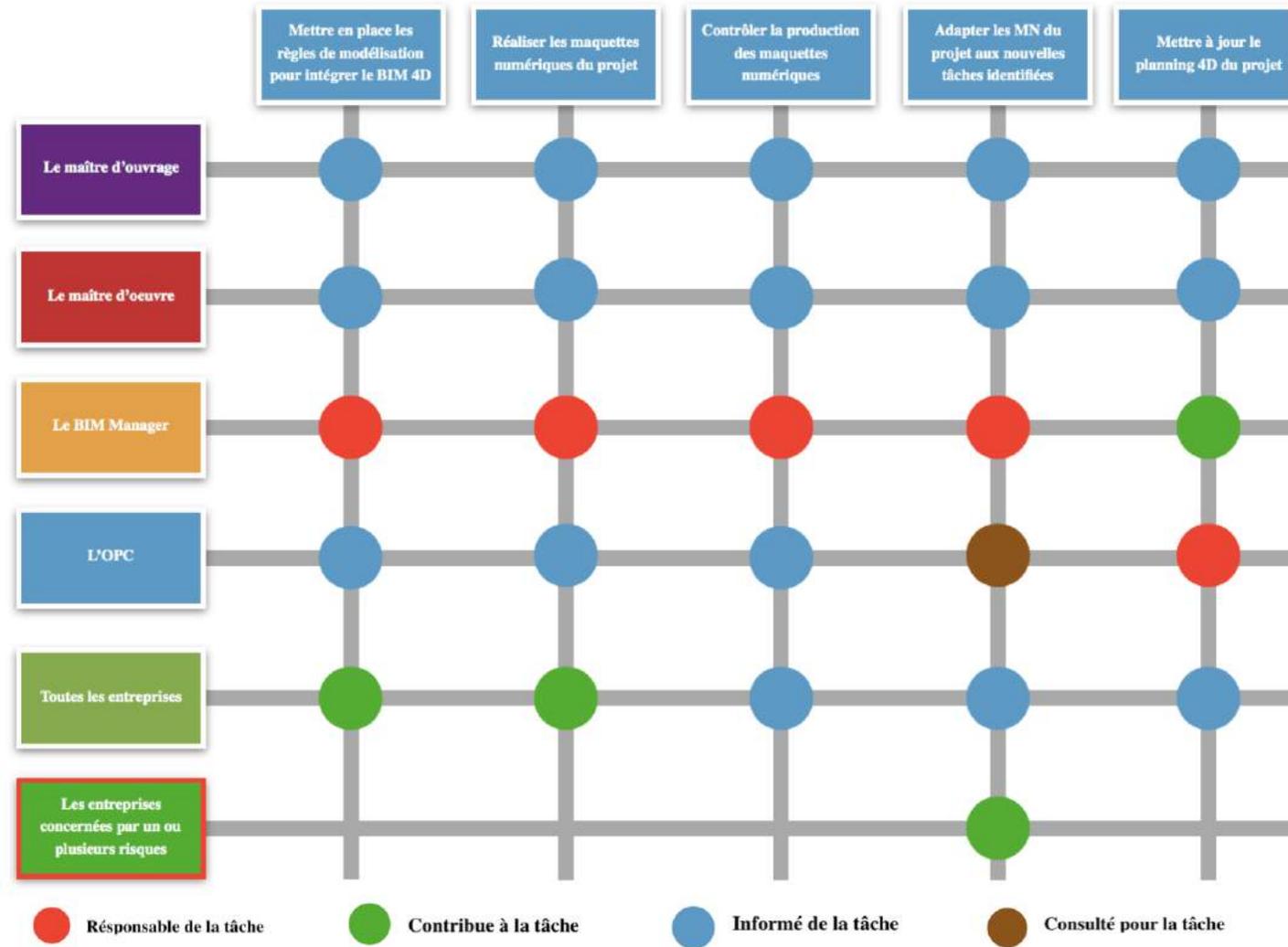
Phase n°3 : Concevoir un planning projet adapté à l'usage de la 4D



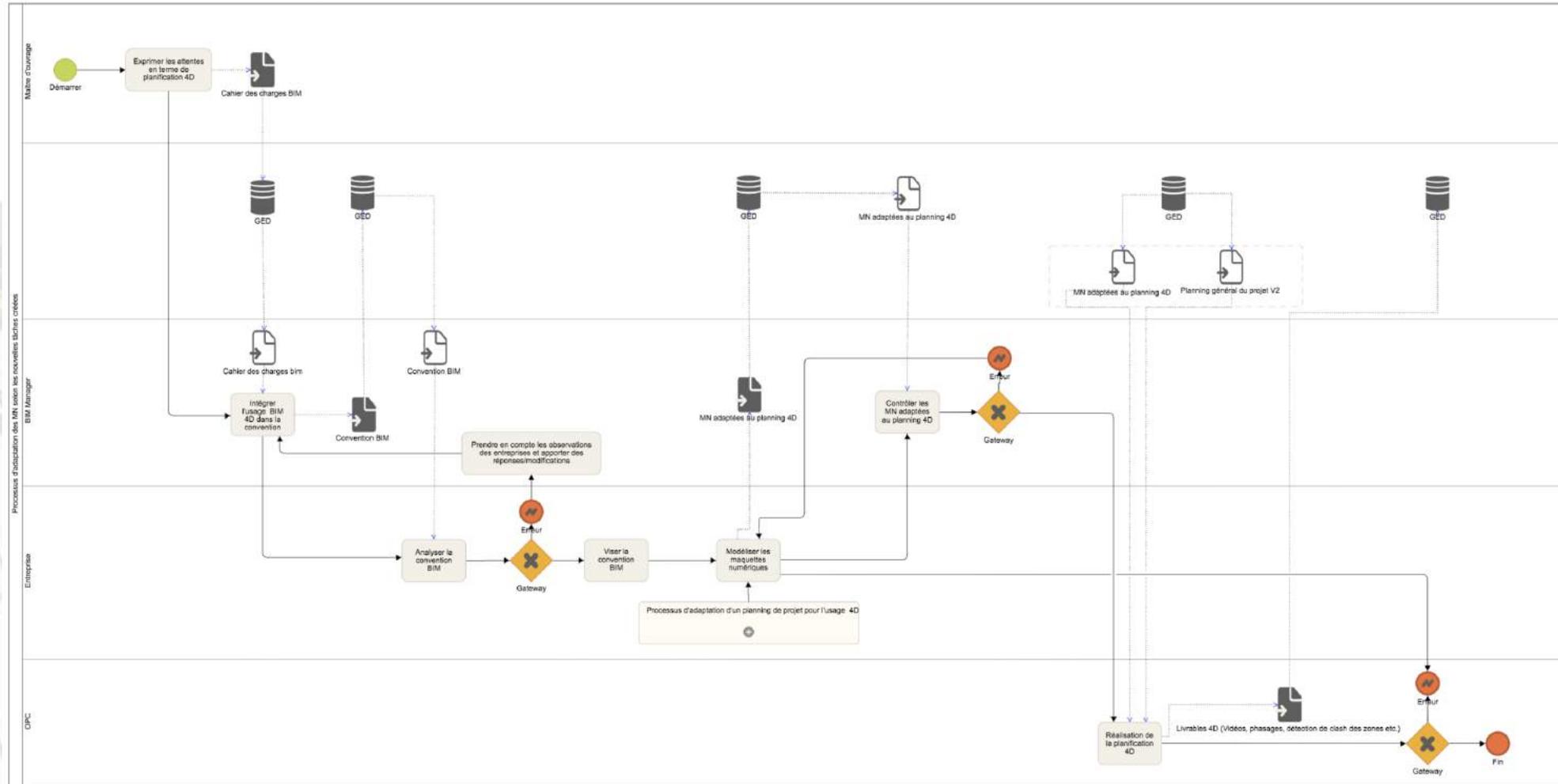
Phase n°3 : Concevoir un planning projet adapté à l'usage de la 4D



Phase n°4 : Encadrer la production des MN pour un usage 4D



Phase n°4 : Encadrer la production des MN pour un usage 4D



Liaison de la MAIN au planning du projet

Auto affectations (Ressources aux Tâches)

Règles
Nouvelle Règle
Import Exporter Nouveau Modifier Supprimer Supprimer Tout

Opérations :
Profil d'Utilisation: Installation Rechercher Vider Tout Affecter Fermer

#	Ressource	Tâche	Profil d'Utili...
1	COU_PARE-VAPEUR_TYPE 2	Élévation et PH Terrasse	Installation
2	COU_PLATelage CABLEBOTS_TYPE 2	Élévation et PH Terrasse	Installation
3	COU_ÉTANCHÉITE_TYPE 2	Élévation et PH Terrasse	Installation
4	COU_COSTIÈRE ACIER GALVA_TYPE 1	Élévation et PH Terrasse	Installation
5	COU_BANDE SOLID_TYPE 2	Élévation et PH Terrasse	Installation
6	COU_HACIERCO PARE-VAPEUR	Élévation et PH Terrasse	Installation
7	COU_ACIER COUVERTINE_TYPE 4	Élévation et PH Terrasse	Installation
8	COU_PARE-VAPEUR_TYPE 1	Élévation et PH Terrasse	Installation
9	COU_COSTIÈRE ACIER GALVA_TYPE 2	Élévation et PH Terrasse	Installation
10	COU_NAISSANCE EP_TYPE 2	Élévation et PH Terrasse	Installation
11	COU_NAISSANCE EP_TYPE 2	Élévation et PH Terrasse	Installation

Arbre des Ressources
Arbre des Tâches

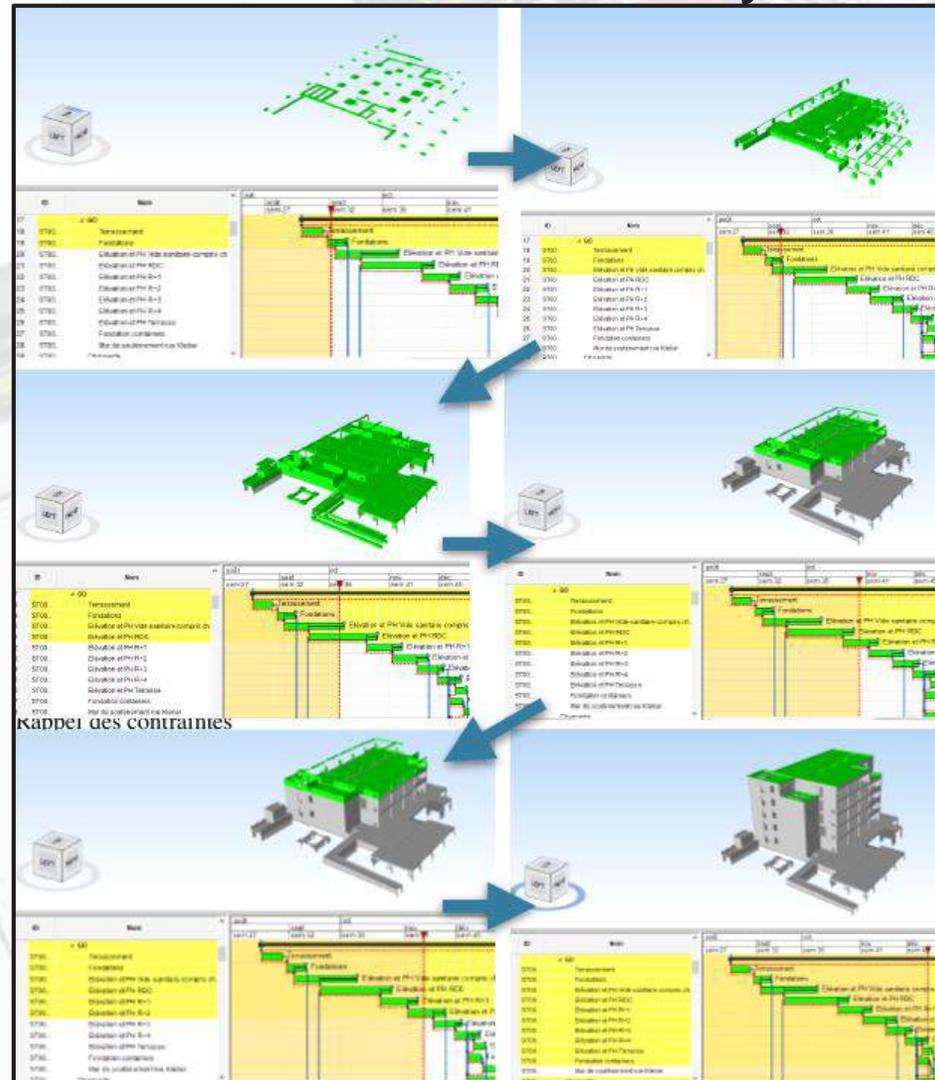
Attributs de ressource
Attributs de tâche

ID	Nom	Durée	Début	Fin	Ressources
16	ST00... VRD	35d	09.00 13/09/2018	18.00 29/09/2018	
17	4 GO	102d	09.00 20/08/2018	18.00 09/01/2019	
18	ST00... Terrassement	10d	09.00 20/09/2018	18.00 31/09/2018	
19	ST00... Fondations	9d	09.00 03/09/2018	18.00 13/09/2018	
20	ST00... Élévation et PH Vide sanitaire compris ch...	25d	09.00 07/09/2018	18.00 11/10/2018	
21	ST00... Élévation et PH RDC	28d	09.00 21/09/2018	18.00 30/10/2018	
22	ST00... Élévation et PH R+1	15d	09.00 24/10/2018	18.00 13/11/2018	
23	ST00... Élévation et PH R+2	15d	09.00 06/11/2018	18.00 29/11/2018	
24	ST00... Élévation et PH R+3	12d	09.00 22/11/2018	18.00 07/12/2018	
25	ST00... Élévation et PH R+4	10d	09.00 04/12/2018	18.00 17/12/2018	
26	ST00... Élévation et PH Terrasse	5d	09.00 14/12/2018	18.00 20/12/2018	
27	ST00... Fondation containers	6d	09.00 11/12/2018	18.00 19/12/2018	
28	ST00... Mur de soutènement rue KDeber	15d	09.00 19/12/2018	18.00 08/01/2019	

Support Gantt

Expire 144 days Mémoire suffisante Camtasia 2018 [nn4] [1] [1] 17:29 12/09/2019 Projet Privé Transactions: 3 Administrator

Séquencement des tâches et analyse de clash des zones co-traitance



Détection interfaces zones

Number of clashes:	1
Test mode:	Test Mode: 4D
What was tested:	All 3D Objects
Type of test:	Zone tampon
Clearance:	Clearance: 0.00 Millimètres
Ignored:	nothing
3D Object 1	
Name:	(Zone A du RDC) + 2m autour
Group:	<top level>
File name:	<no file>
3D Object 2	
Name:	(Zone B du RDC) + 2m autour
Group:	<top level>
File name:	<no file>
Status:	Clash
Responsible:	
Resolution:	
Start time:	
End time:	



6

Conclusion & Perspectives



Conclusion

Bilan

- Solution collaborative s'inscrivant dans la philosophie BIM ;
- Solution permettant à un large éventail d'applications du BIM 4D ;

Axes d'amélioration

- Solution à éprouver durant un projet en phase EXE ;

Notions développées

- Management de projet
- Planification d'un projet;
- Management BIM ;
- Maîtrise des outils de modélisation et planification ;

Des questions ?



CAMPUS
D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE FORMATION PROFESSIONNELLE

