



**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

# **CHAÎNE NUMÉRIQUE DANS LES TRAVAUX PUBLICS**

Kathy Rabaud / Christian Bégonin / David Cournet

# Sommaire

## 1. Les activités existantes dans les entreprises de BTP

- a. Acquisition des données
- b. Modélisation BIM / Échange IFC
- c. BIM Management / Plateforme collaborative / Planification 4D
- d. Réalité Virtuelle, Augmentée, Impression 3D et guidage des engins

## 2. État des lieux des pratiques dans les formations

- a. En Bac Professionnel
- b. En BTS

## 3. Les attendus des nouveaux référentiels

- a. À court terme
- b. Rappels des savoirs liés au numérique et au BIM validés par la FNTP pour le BTS
- c. À court terme en BTS
- d. À moyen terme
- e. À moyen terme en BTS

# 1. Les activités existantes dans les entreprises de BTP

# a. Acquisitions des données

Stations Totales / GNSS



Photogrammétrie Terrestre / Drone



Lasergrammétrie Scanner



## a. Acquisitions des données

### Photogrammétrie terrestre :

- Relévés avec appareils photos, caméras ou smartphones,
- Pour les réseaux : géoréférencement (Applications et services dédiés),
- Possibilité de petites cubatures sur tas ou talus par exemple ( Photogrammétrie et applications),



### Photogrammétrie par drone :

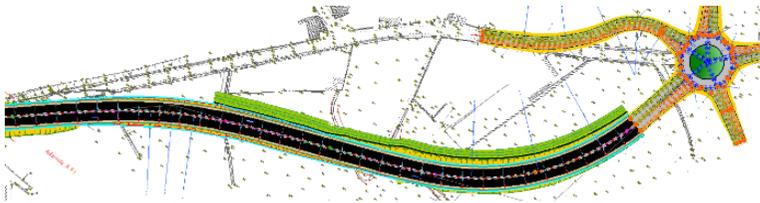
- Relevé sur plus grandes dimensions : parcelles, voiries,
- Limitation : certifier les relevés et licences de télépilote,



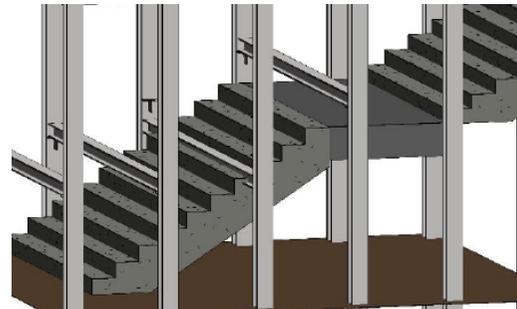
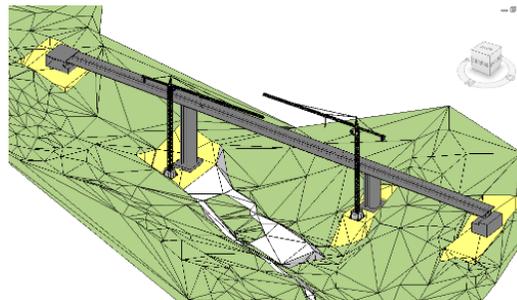
## b. Modélisation BIM / Échanges IFC

### Maquettes Routes / VRD :

Importation des données et modélisation

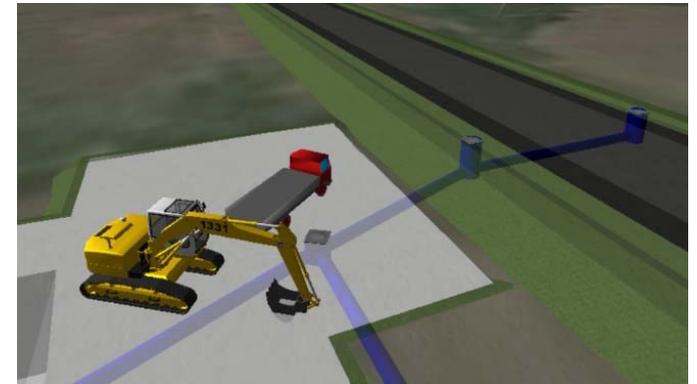


### Maquettes Ouvrages d'art :



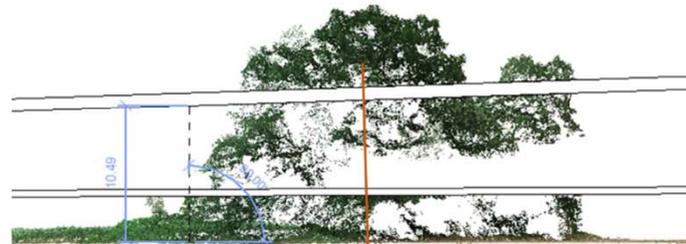
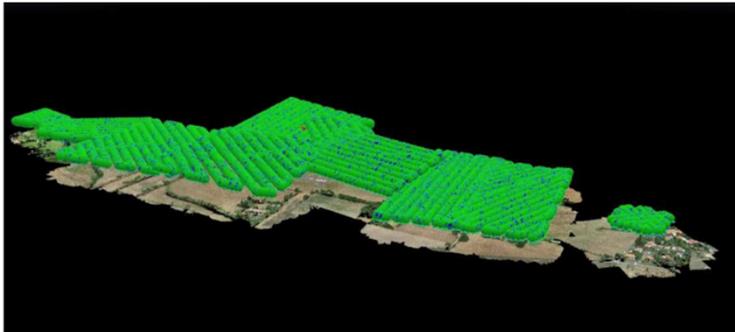
### Échanges IFC :

Assemblages & Géolocalisation

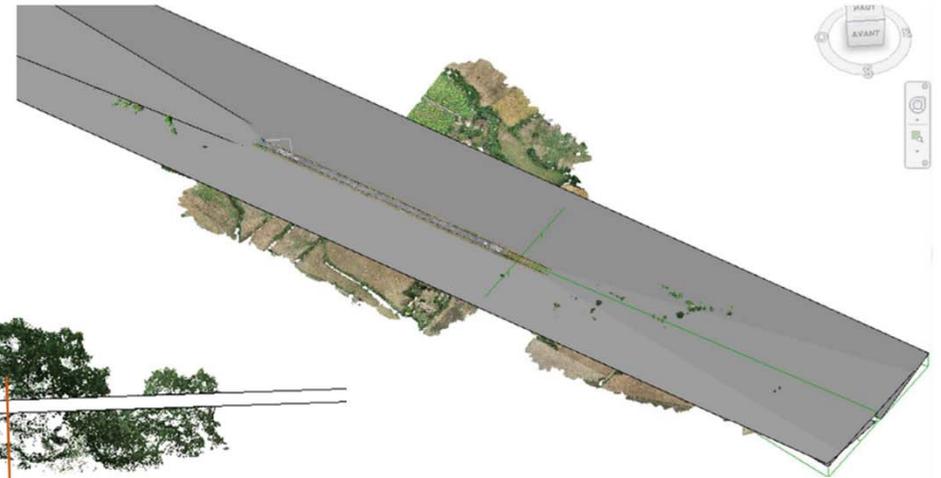


## b. Modélisation BIM / Échanges IFC

Exploitation des nuages de points dans les métiers annexes :

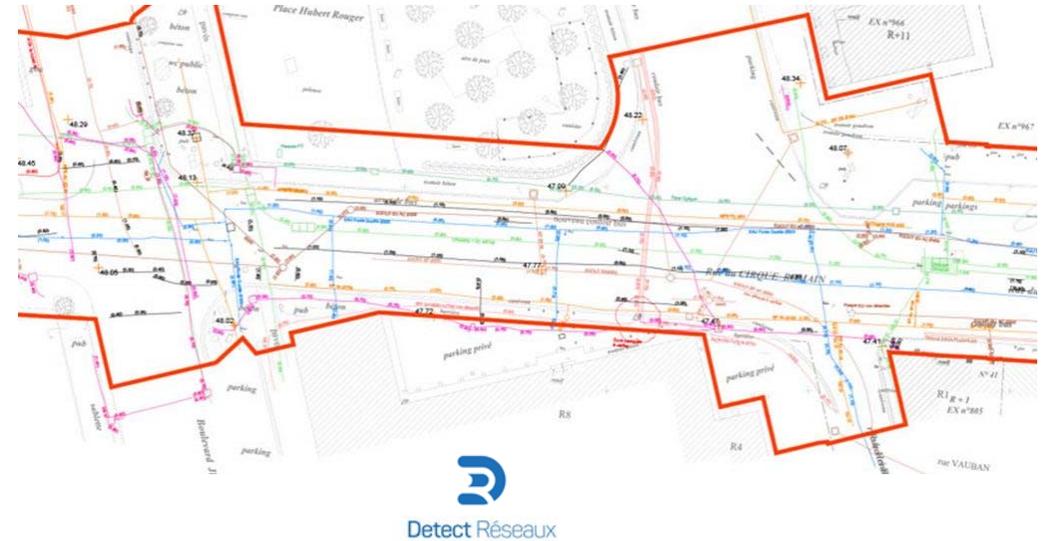


Sous-zone 2.1



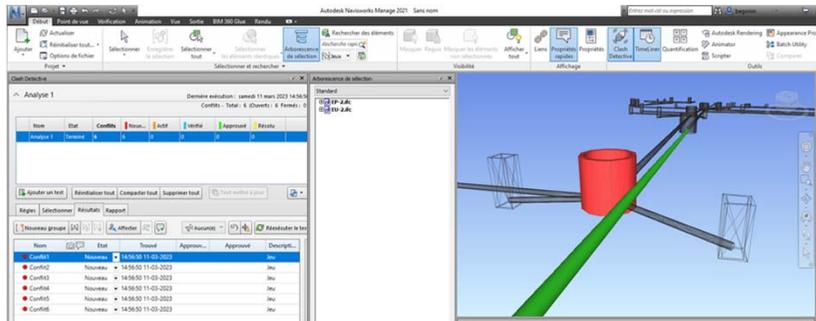
## b. Modélisation BIM / Échanges IFC

Détection de réseaux : de l'ortho-photographie au plan géoréférencé :

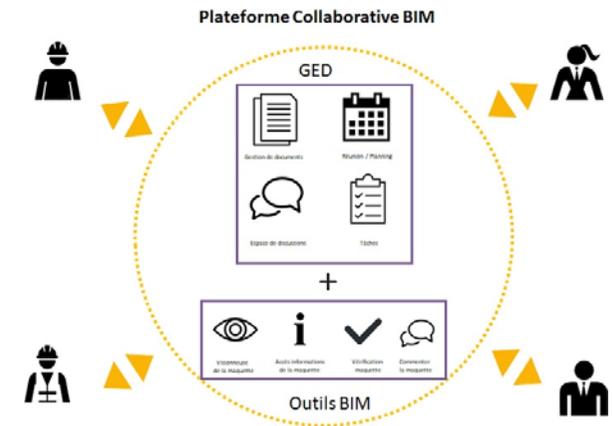


# c. BIM Management / Plateforme collaborative / Planification 4D

Assemblage / Gestion des conflits :



Travail collaboratif :



Planification 4D :



## d. R.A. / V.R. / Impression 3D / Guidage

Réalité augmentée :



Rendu VR + TM 2023 :



Impression 3D :



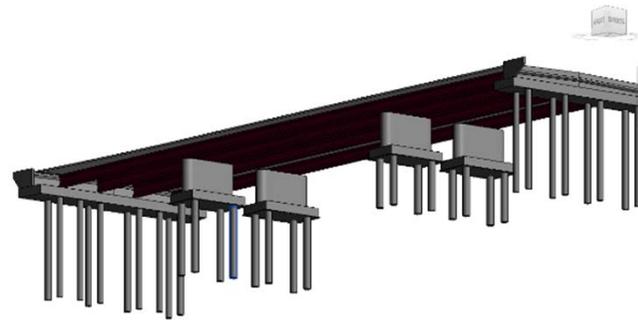
Guidage des engins :



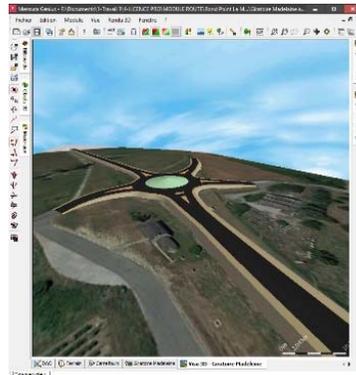
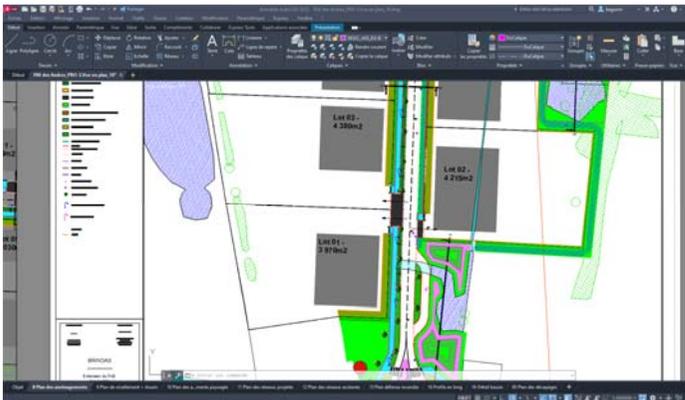
## 2. État des lieux des pratiques actuelles en Bac Professionnel et BTS

## a. En Bac Professionnel :

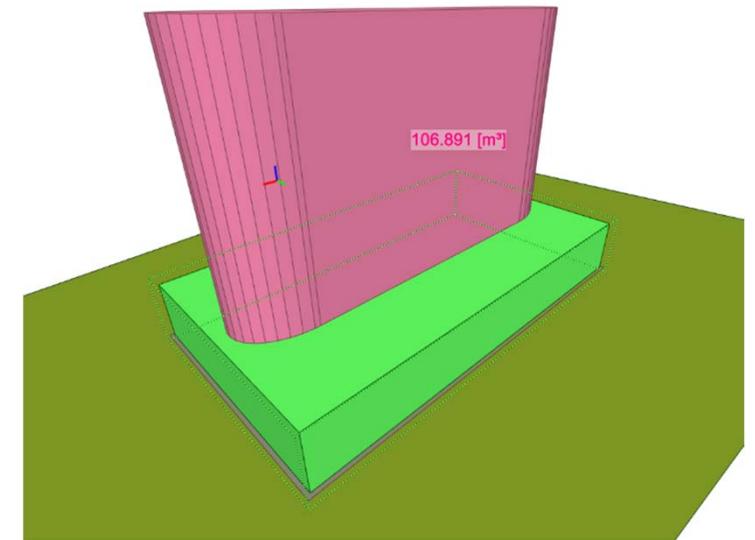
Visualisation des maquettes :



Utilisation de plans 2D issus de logiciels  
de DAO-CAO :

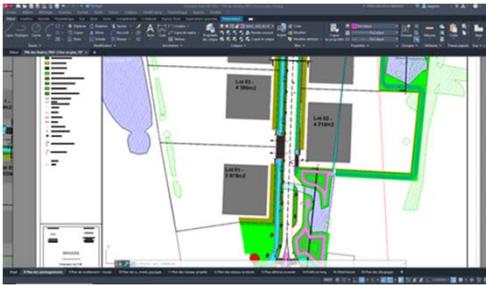


Extraire des informations chiffrées d'une  
maquette:

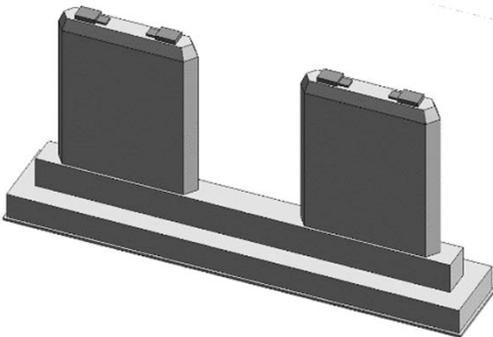


## b. En BTS :

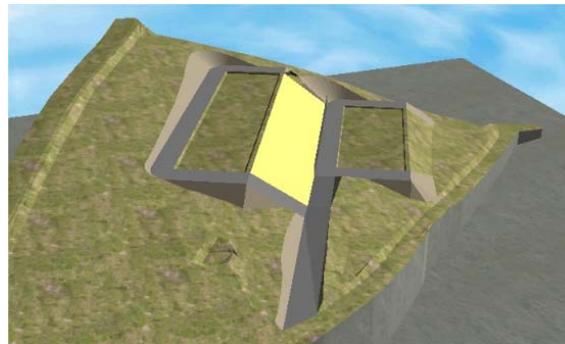
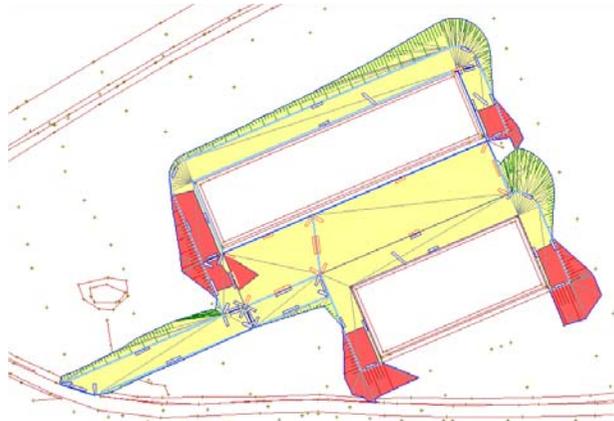
Utilisation des plans 2D des logiciels de CAO-DAO :



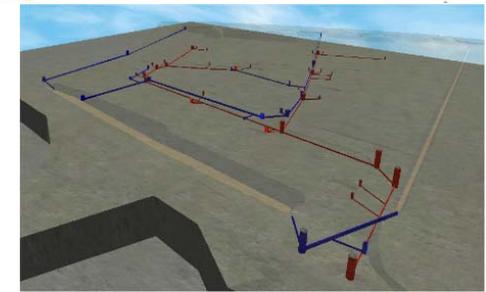
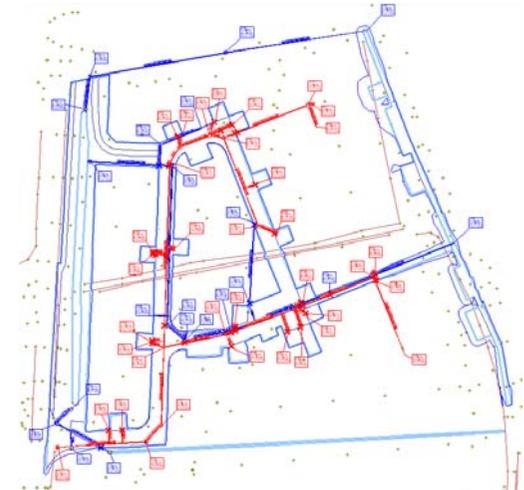
Modélisation d'ouvrage d'art :



Modélisation des terrassements et des routes :



Modélisation des réseaux :



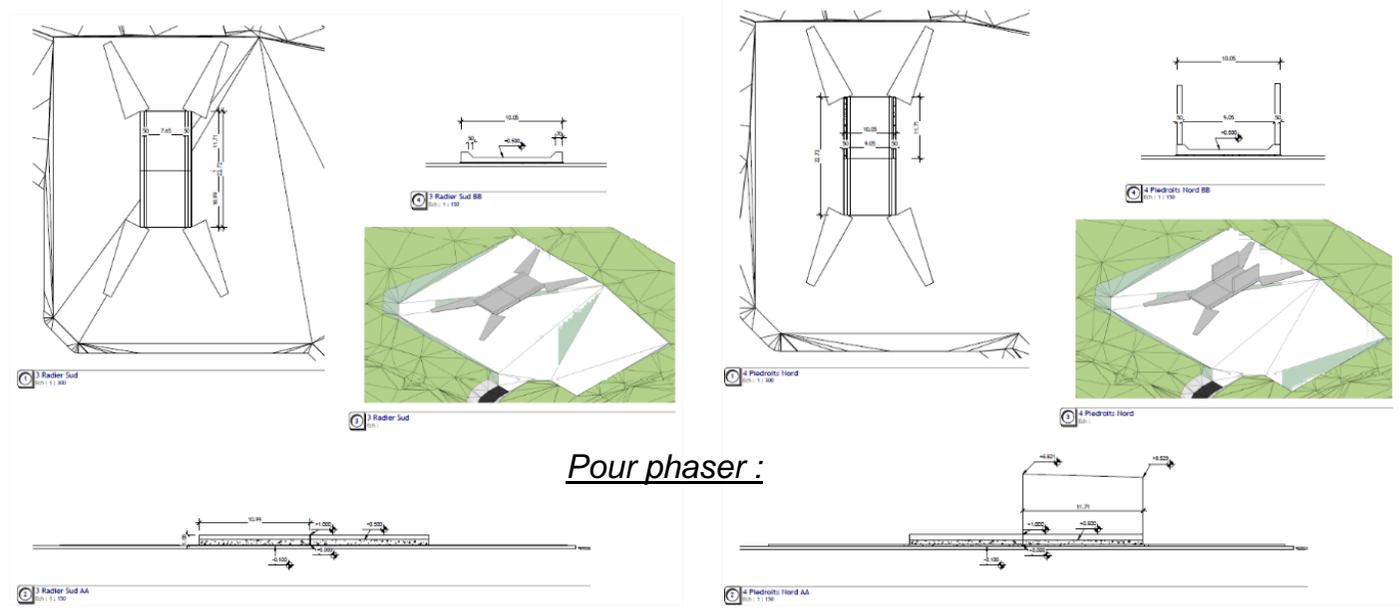
# b. En BTS :

Pour quantifier :

A	B	C	D
Famille	Matériau structurel	Surface	Volume
SEMELLE M1	Béton C30/37	46.21 m <sup>2</sup>	32.35 m <sup>3</sup>
SEMELLE M2	Béton C30/37	47.30 m <sup>2</sup>	33.11 m <sup>3</sup>
SEMELLE M3	Béton C30/37	46.20 m <sup>2</sup>	32.34 m <sup>3</sup>
SEMELLE M4	Béton C30/37	47.28 m <sup>2</sup>	33.10 m <sup>3</sup>
RADIER 1	Béton C30/37	69.97 m <sup>2</sup>	
RADIER 2	Béton C30/37	65.67 m <sup>2</sup>	
PIEDROIT 1	Béton C30/37	5.86 m <sup>2</sup>	32.34 m <sup>3</sup>
PIEDROIT 3	Béton C30/37	5.50 m <sup>2</sup>	30.35 m <sup>3</sup>
PIEDROIT 2	Béton C30/37	5.86 m <sup>2</sup>	33.23 m <sup>3</sup>
PIEDROIT 4	Béton C30/37	5.50 m <sup>2</sup>	31.18 m <sup>3</sup>
TRaverse 1	Béton C35/45	107.16 m <sup>2</sup>	65.40 m <sup>3</sup>
TRaverse 2	Béton C35/45	100.58 m <sup>2</sup>	61.38 m <sup>3</sup>
MUR 1	Béton C30/37	7.42 m <sup>2</sup>	26.27 m <sup>3</sup>
MUR 2	Béton C30/37	7.64 m <sup>2</sup>	28.51 m <sup>3</sup>
MUR 4	Béton C30/37	7.74 m <sup>2</sup>	29.35 m <sup>3</sup>
MUR 3	Béton C30/37	7.42 m <sup>2</sup>	26.28 m <sup>3</sup>

Tronçon	Collecteur	Type	Référence	Longueur	Nb Elem	Excédent	Manquant
EP							
EP2-EP3	Circulaires	PVC CR8 EP	250	14.43	2 x 6.00		2.43
EP3-EP4	Circulaires	PVC CR8 EP	250	6.53	1 x 6.00		0.53
GR1-GR2	Circulaires	PVC CR8 EP	200	26.59	4 x 6.00		2.59
GR3-EP1	Circulaires	PVC CR8 EP	200	43.41	7 x 6.00		1.41
GR4-GR5	Circulaires	PVC CR8 EP	200	13.88	2 x 6.00		1.88
GR6-P1	Circulaires	PVC CR8 EP	200	4.08	1 x 6.00	1.92	
EP4-EP5	Circulaires	PVC CR8 EP	315	51.27	9 x 6.00	2.73	
GR7-EP3	Circulaires	PVC CR8 EP	200	1.83	0 x 6.00		1.83
GR2-P2	Circulaires	PVC CR8 EP	200	5.39	1 x 6.00	0.61	
EP1-EP2	Circulaires	PVC CR8 EP	250	33.81	6 x 6.00	2.19	
OS1-EP8	Circulaires	PVC CR8 EP	315	6.19	1 x 6.00		0.19
EP6-EP7	Circulaires	PVC CR8 EP	250	44.14	7 x 6.00		2.14
EP7-OE3	Circulaires	PVC CR8 EP	250	10.22	2 x 6.00	1.78	
GR8-EP6	Circulaires	PVC CR8 EP	200	46.25	8 x 6.00	1.75	
GR8-P8	Circulaires	PVC CR8 EP	200	5.31	1 x 6.00	0.69	
OE2-EP8	Circulaires	PVC CR8 EP	400	19.49	3 x 6.00		1.49
GR5-P13	Circulaires	PVC CR8 EP	200	6.38	1 x 6.00		0.38
EP5-OE1	Circulaires	PVC CR8 EP	315	26.15	4 x 6.00		2.15

N°	Code	Prof zfa	Date rabat	Réglage	Hauteur reg hors tout	Réhausse	Date réduc	Côte réduc	Éléments droits	Date de conv	Éléments son	Éléments de fond	Canas sortie	Angles	Raccords	Pièces suppl	Entrées curvées	Méplat	Reste	Forages mm	Jointe cana	Jointe charnière	Poids	
EP																								
EP1	RV Ø1000	1.19	0.03	0.00	1.19		0.20	1 x 0.45		0.00	0.42	250	181						0.09	1 x 245	1	0	1236	
EP2	RV Ø1000	1.20	0.03	0.00	1.20		0.20	1 x 0.45		0.00	0.42	250	199						0.10	1 x 290	1	0	1236	
EP3	RV Ø1000	1.07	0.03	0.00	1.07		0.15	1 x 0.45		0.00	0.42	250	262 232						0.02	2 x 298 1 x 245	2	0	1090	
EP4	RV Ø1000	0.84	0.03	0.00	0.84	1 x 0.15	0.20			0.00	0.42	315	232						0.04	1 x 298	1	0	1040	
EP5	RV Ø1000	0.89	0.03	0.00	0.89	1 x 0.20	0.20			0.00	0.42	315	91						0.04				1065	
OE1	RV Ø1000	1.04	0.03	0.00	1.04		0.20	1 x 0.30		0.00	0.42	315							0.09				1130	
EP8	RV Ø1000	2.08	0.03	0.00	2.08		0.70	1 x 0.30		0.00	0.42	315	280						0.01	1 x 354	1	0	1745	
non défini	Autan	1.00																						
GR1	BRAN 50x50	0.67	0.08	0.00	0.67	1 x 0.20	0.00			0.00	0.36	200							0.04	1 x 245	1	0	202	
GR2	BRAN 50x50	1.17	0.08	0.00	1.17	1 x 0.20 1 x 0.40	0.00			0.00	0.36	200	168						0.14	2 x 245	2	0	294	
GR3	BRAN 50x50	1.00	0.08	0.00	1.00	1 x 0.40	0.00			0.00	0.36	200							0.17	1 x 245	1	0	242	
GR4	BRAN 50x50	0.83	0.08	0.00	0.83	1 x 0.40	0.00			0.00	0.36	200							0.02	1 x 245	1	0	242	



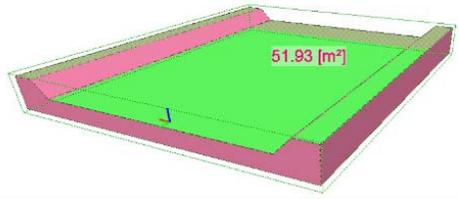
Pour phaser :

FICHER  
 AFFICHAGE  
 OBETS  
 AVANCÉES  
 DIMENSIONS  
 MODIFICATIONS  
 COMPLÉMENTS

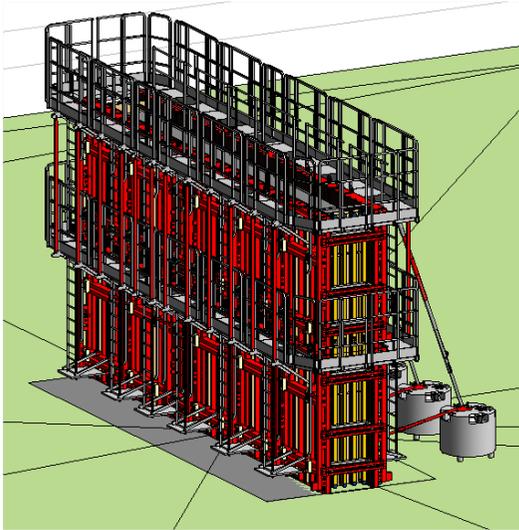
Volume  
 Surface  
 Longueur  
 Poids Béton armé  
 Mode

Annuler la dernière sélection  
 Sélection multiple  
 Effacer la sélection  
 Ignorer les éléments transparents

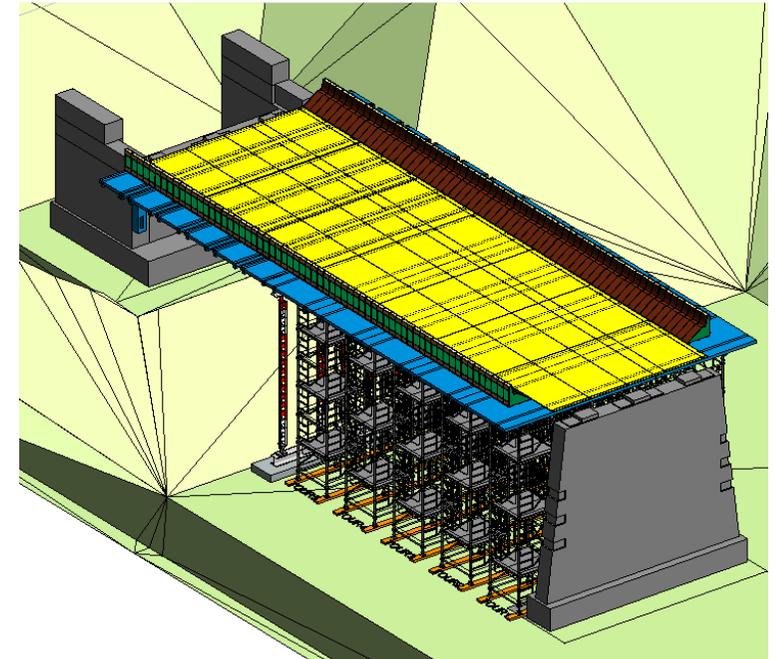
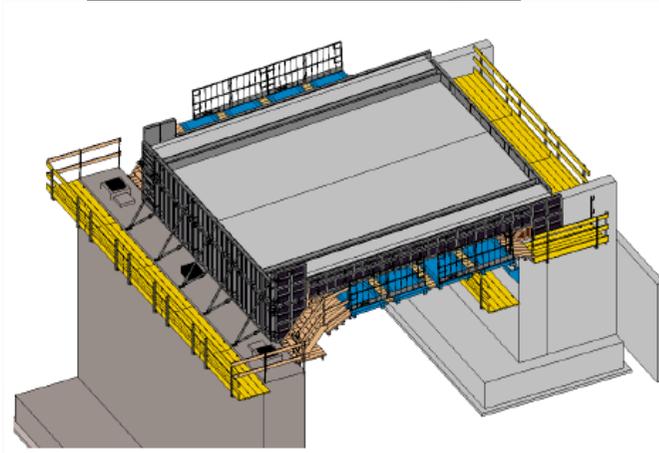
Résultat [m<sup>2</sup>] : 51.93



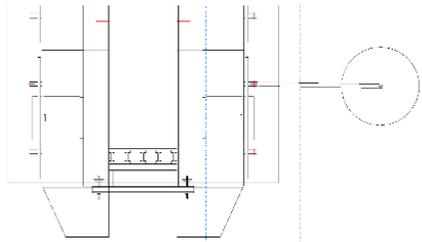
## b. En BTS



Pour modéliser les coffrages :



Pour réaliser les plans 2D :



Pour réaliser les nomenclatures :

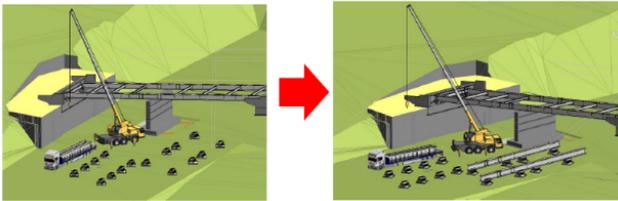
<Nomenclature des abouts de banche TPC pour la pile>				
A	B	C	D	E
Désignation	Hauteur	Nb filière de 1.00 m	Nb de vis de fixation	Masse
TPC ABOUT H300	3.00	3	2	383.00 kg
TPC ABOUT H300	3.00	3	2	383.00 kg
TPC ABOUT H300	3.00	3	2	383.00 kg
TPC ABOUT H300	3.00	3	2	383.00 kg
Total général: 4				

## b. En BTS

Pour réaliser un mode opératoire, une procédure : exemple de rendu des travaux d'élèves en BTS (Session 2021)

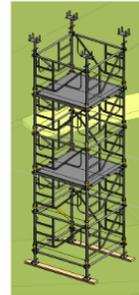
Tâche 5-1 : Pose des éléments

- Elingage des éléments
- Pose sur les socles camarteaux
- Réglage de l'alignement



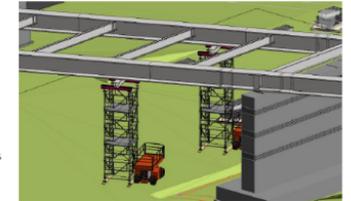
Tâche 10-1 : Montage de la tour d'étaie

- Implantation des bastaings à l'aide des coordonnées des pieds de tour
- Amarage des bastaings
- Montage de la tour
- Arrêt des fouches aux hauteurs indiquées sur le tableau d'implantation des tours d'étaie



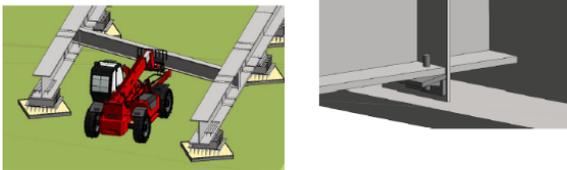
Tâche 11-1 : Grutage de la charpente

- Montage des palonniers
- Elingage des tronçons selon le plan d'elingage
- AtTâche des cordes de guidage
- Levage pour reprise des charges (vérification des charges annoncées 44t T1 et 32t T2)
- Grutage jusqu'à l'emplacement de l'élément
- Descente de l'élément sur ses appuis



Tâche 7-1 : Mise en place des entretoises

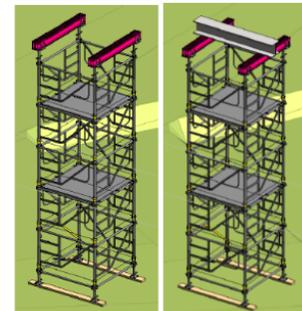
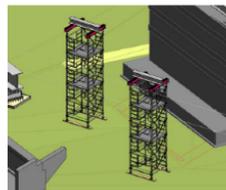
- Elingage de l'entretoise
- Approche de l'entretoise sur son emplacement
- Aligement des equerres avec tige conique
- Verification du positionnement



Tâche 10-2 : Mise en place de la tour d'étaie

Mise en place des PHAL avec le chariot télescopique

Mise en place du HEB avec le chariot télescopique



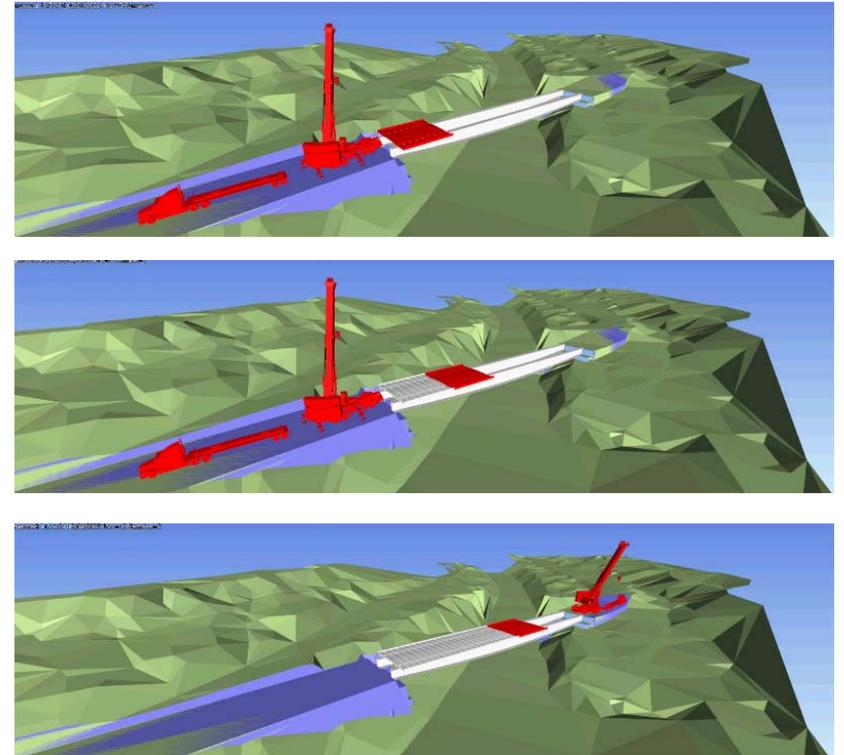
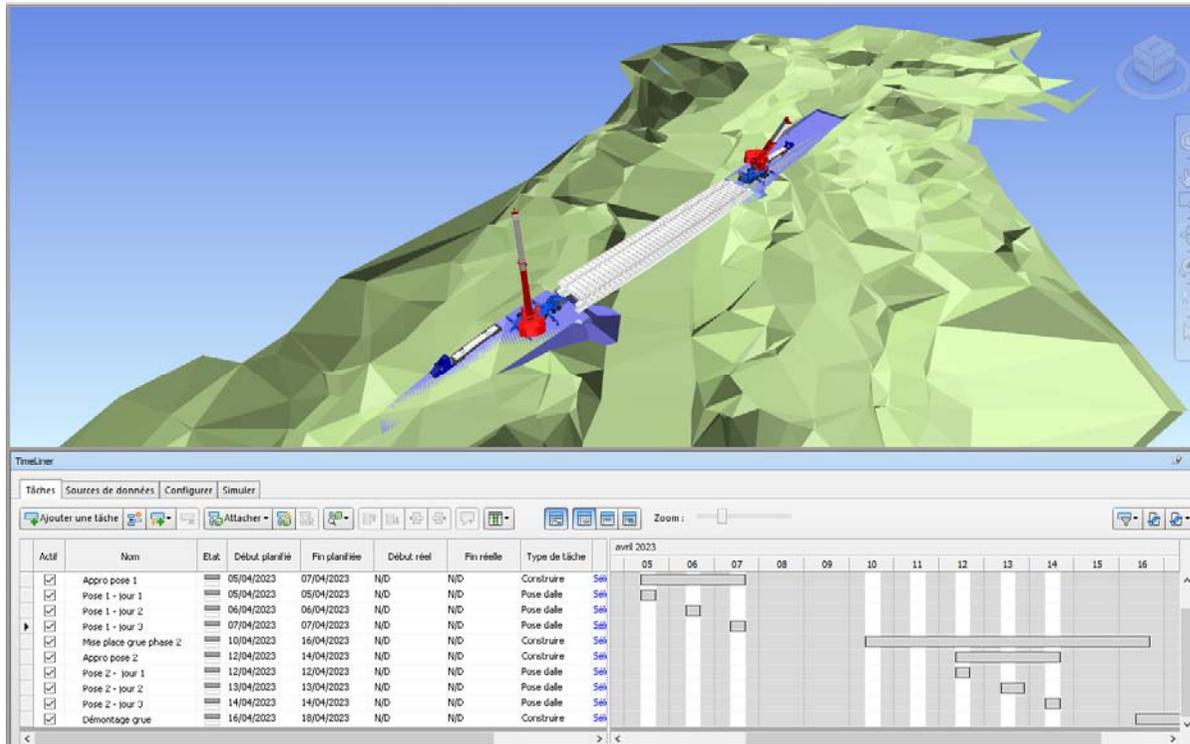
Tâche 12-1 : Installation de la cabine de soudure

- Elingage de la cabine
- Pose de la cabine à l'aide du Chariot télescopique
- Mise en place du plancher
- Mise en place des accès



## b. En BTS

Pour réaliser une planification 4D :





## b. En BTS

Détecter des conflits entre les tronçons et les regards des réseaux via la gestion des IFC :

The screenshot displays the Clash Detective interface in Autodesk Navisworks Manage 2021. The main window shows a 3D model of a network structure with a red cylinder and a green pipe intersecting. The interface is divided into several panels:

- Clash Detective - Analyse 1**: Shows the analysis results table.
- Arborescence de sélection**: Shows the selection tree for the analysis.
- Clash Detective - Analyse 1**: Shows the list of detected conflicts.
- Clash Detective - Analyse 1**: Shows the parameters for the analysis.

Nom	Etat	Conflits	Nouv...	Actif	Vérifié	Approuvé	Résolu
Analyse 1	Ancien	3	0	3	0	0	0

Nom	Etat	Conflits	Nouv...	Actif	Vérifié	Approuvé	Résolu
Analyse 1	Terminé	6	6	0	0	0	0

Nom	Etat	Trouvé	Approuv...	Approuvé	Descripti...
Conflit1	Nouveau	14:56:50 11-03-2023			Jeu
Conflit2	Nouveau	14:56:50 11-03-2023			Jeu
Conflit3	Nouveau	14:56:50 11-03-2023			Jeu
Conflit4	Nouveau	14:56:50 11-03-2023			Jeu
Conflit5	Nouveau	14:56:50 11-03-2023			Jeu
Conflit6	Nouveau	14:56:50 11-03-2023			Jeu

Parameters:

- Type: Jeu
- Tolérance: 0,100 m
- Lien: Aucun(e)
- Incrément (s): 0,1
- Conflit d'objet composé:

# 3. Les attendus des nouveaux référentiels

## a. À court terme

	Bac professionnel	BTS
Élèves	<p><b>Exploiter, modifier</b> des plans 2D avec des logiciels de DAO-CAO,  <b>Ouvrir</b> une maquette IFC pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Réaliser</b> des prises de mesure,</li> <li>- <b>Obtenir</b> des linéaires, des surfaces et des volumes,</li> </ul>	<p><b>Réaliser</b> des plans 2D avec des logiciels de DAO-CAO,  <b>Modéliser</b> en BIM un ouvrage simple, VRD :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réseaux simples (EU-EP-AEP-Autres)</li> <li>- Plateformes simples</li> <li>- Routes simples</li> <li>- Ouvrages simples</li> </ul> <p><b>Compléter et modifier</b> une maquette BIM pour les ouvrages plus complexes.  <b>Utiliser</b> une plateforme collaborative.</p>
Enseignants	<p>En plus de ceux des élèves :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Modéliser</b> et/ou enrichir une maquette simple,</li> <li>- <b>Gérer</b> des IFC.</li> </ul>	<p>En plus de ceux des élèves :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Modéliser</b> une maquette complexe,</li> <li>- <b>Gérer</b> des IFC,</li> <li>- <b>Gérer</b> le géoréférencement,</li> </ul>

## b. Rappels des savoirs liés au numérique et au BIM validés par la FNTF pour le BTS

<p>- Outils et moyens de gestion de l'information dans un projet de travaux publics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Plateforme collaborative de travail</li> <li>o Logiciels de définition et modélisation des ouvrages</li> </ul> <p>- Logiciels de gestion et suivi de projet</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o gestion des plannings,</li> <li>o gestion des ressources ...</li> <li>o principaux formats interoperables utiles aux projets (DWG, IFC...)</li> <li>o procédures d'imports et exports de fichiers et maquettes entre logiciels ;</li> </ul>	4	<p>Utiliser une plateforme de travail collaborative pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Partager des données</li> <li>- Compléter ou modifier en local un fichier en simultané entre plusieurs opérateurs, de la même entreprise</li> <li>- Compléter ou modifier un fichier ou une maquette numérique à distance à l'aide d'une plateforme de travail collaborative</li> <li>- Assembler des maquettes numériques au sein d'un projet BIM</li> <li>- Renseigner le géoréférencement de la maquette numérique</li> </ul> <p>Consulter, modifier et exploiter les données et les maquettes numériques en utilisant une interface adaptée au contexte et aux besoins :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- écran, tablette,</li> <li>- réalité virtuelle, réalité augmentée.</li> </ul>	<p>- Représentations 3D et 2D du projet :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Modélisations 3D paramétriques</li> <li>o Représentations 2D du projet</li> </ul> <p>- Exports de listes de composants, quantités, de caractéristiques ...</p>	<p>4</p> <p>Représenter à la main et avec un logiciel DAO, en deux dimensions, tout ou partie d'un ouvrage simple (*) de travaux publics, en respectant les attendus (conventions, normalisation, cahier des charges ...)</p> <p>Générer automatiquement la production des représentations 2D d'ensemble et de détail d'un projet à partir d'une modélisation numérique 3D (plans d'ensemble, plans de pose et de montage, phasage...)</p> <p>(*) la notion d'ouvrage simple est établie conformément à la compétence de dimensionnement C2-2, limitation à la liste des ouvrages ci-dessous :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tout ou partie de réseaux et ouvrages hydrauliques, bassins ;</li> <li>- Ouvrages d'art de type « passages inférieurs à portique ouverts et à cadre fermés », « passages supérieurs » à une ou à deux travées ;</li> <li>- Murs de soutènement ;</li> <li>- Voirie ou chaussée</li> </ul> <p>S'y ajoutent pour la représentation 2D et 3D :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ouvrages provisoires (étais, coffrages, portiques, blindages...)</li> <li>- Ouvrages fluviaux et maritimes simples.</li> <li>- Ouvrages de signalisation (mâts, portiques...)</li> </ul>
<p>- Analyse numérique des projets :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Analyse et recherche des incohérences sur le modèle (détection de collisions ...)</li> </ul>	4	<p>Exploiter les données et la maquette numérique pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Extraire une information (caractéristiques techniques...)</li> <li>- Extraire des quantitatifs</li> <li>- Réaliser des calculs (hydrauliques...)</li> </ul> <p>Contrôler la cohérence et détecter les interférences de tout ou partie d'un modèle numérique d'un projet de travaux publics</p>		

## b. Rappels des savoirs liés au numérique et au BIM validés par la FNTF pour le BTS

<p>- <b>Modélisation BIM des projets</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Informations utiles au projet constituant la base de données BIM</li> <li>○ Modélisation des ouvrages simples de travaux publics en processus BIM</li> <li>○ Modélisation objet et paramétrique</li> <li>○ Renseignement de la base de données BIM de travaux publics</li> <li>○ Faces, arêtes et axes de référence,</li> <li>○ Spécifications dimensionnelles : cotes d'entraxe, de nu, de niveau,</li> <li>○ Composants paramétriques,</li> <li>○ Robustesse,</li> <li>○ Justesse (par référence aux études),</li> </ul>	4	<p><i>La modélisation numérique des ouvrages de TP est limitée à :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>La modélisation complète des ouvrages de voirie et réseaux divers, plateformes, talus, bassins</i></li> <li>– <i>La modification d'une maquette donnée d'un ouvrage d'art très simple (*)</i></li> </ul> <p><i>(*) Pour les ouvrages d'art, l'utilisation d'un modèleur volumique est limitée à des modifications dimensionnelles et à la complétion de la maquette (caractéristiques matériaux, documents techniques, documentation de chantier...)</i></p> <p><b>Identifier</b> les informations et données d'une maquette numérique (modèle BIM) utiles pour un intervenant d'un projet de travaux publics (client, sous-traitant, exploitant ...)</p> <p><b>Modéliser</b> tout ou partie d'un ouvrage de travaux publics à l'aide d'un logiciel BIM en respectant les spécifications dimensionnelles, la robustesse et la justesse du modèle numérique.</p> <p><b>Modifier</b> ou <b>compléter</b> une maquette numérique existante fournie (compléter les objets ou les données, ajouter de nouveaux composants ou objets)</p> <p><b>Utiliser</b> les bases de données de produits de fournisseurs pour compléter une base de données et une maquette BIM</p>
--	---	---

<p>- <b>Préparation de la réalisation, du transport et du montage à l'aide du processus numérique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Prise en compte des normes d'exécution</li> </ul>	4	<p><b>Produire</b> une vue de la maquette permettant de mesurer, exprimer, contrôler une dimension ou une caractéristique</p> <p><b>Extraire</b> des listes d'éléments</p> <p><b>Générer</b> des documents graphiques en lien avec la réalisation et les normes d'exécution.</p> <p><b>Générer</b> des simulations numériques 4D de réalisation à l'aide de la maquette BIM et des données du projet (planning, phasage ...)</p>
<p>- <b>Gestion numérique des phases de réalisation des projets</b></p>	4	<p><b>Décomposer</b> la réalisation d'un projet en étapes chronologiques.</p> <p><b>Générer</b> des documents de phasage à partir de la maquette, faisant apparaître les enchaînements des tâches, leurs durées. L'usage d'un logiciel 4D est recommandé.</p>

## c. À court terme en BTS

*La 2D n'est pas abandonnée !*

### Éléments donnés à l'élève :

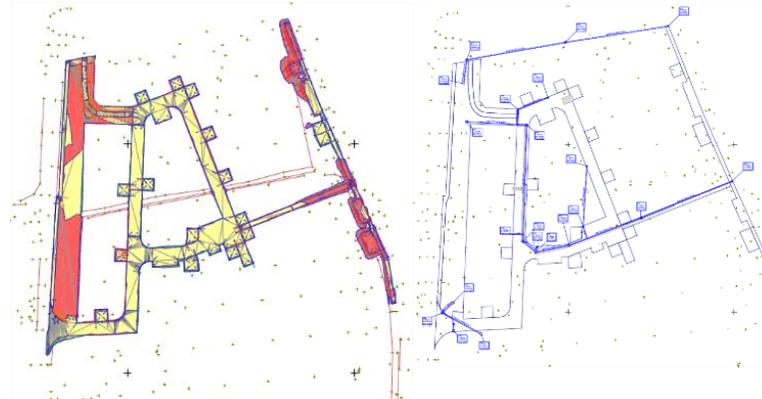
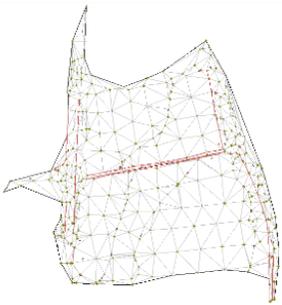
- Semi de points ou maquette BIM du TN
- Plans 2D des réseaux
- Plans 2D des plateformes

### Éléments modélisés en BIM par l'élève :

- Modélisation des réseaux
- Modélisation des plateformes

### Pour réaliser :

- Un quantitatif
- Un phasage 4D
- Une installation de chantier



Tronçon	Collecteur	Type	Référence	Longueur	Nb Elem	Excédent	Manquant
EP							
EP5-EP3	Circulaires	PVC CRS EP	200	14,43	2 x 6 00		2,43
EP3-EP4	Circulaires	PVC CRS EP	260	6,63	1 x 6 00		0,63
GR1-GR2	Circulaires	PVC CRS EP	200	26,59	4 x 6 00		2,59
GR3-EP1	Circulaires	PVC CRS EP	200	43,41	7 x 6 00		1,41
GR4-GR5	Circulaires	PVC CRS EP	200	13,86	2 x 6 00		1,86
GR6-EP1	Circulaires	PVC CRS EP	200	4,08	1 x 6 00	1,92	
EP4-EP5	Circulaires	PVC CRS EP	315	61,27	9 x 6 00	2,73	
GR7-EP3	Circulaires	PVC CRS EP	200	1,83	0 x 6 00		1,83
GR2-EP2	Circulaires	PVC CRS EP	200	5,39	1 x 6 00	0,61	
EP1-EP2	Circulaires	PVC CRS EP	260	33,81	6 x 6 00	2,19	
OS1-EP6	Circulaires	PVC CRS EP	315	6,16	1 x 6 00		0,16
EP6-EP7	Circulaires	PVC CRS EP	250	44,14	7 x 6 00		2,14
EP7-CE3	Circulaires	PVC CRS EP	280	10,22	2 x 6 00	1,78	
GR8-EP6	Circulaires	PVC CRS EP	200	46,25	8 x 6 00	1,75	
GR9-EP9	Circulaires	PVC CRS EP	200	5,31	1 x 6 00	0,09	
CE2-EP8	Circulaires	PVC CRS EP	400	19,49	3 x 6 00		1,49
GR5-EP13	Circulaires	PVC CRS EP	200	5,29	1 x 6 00		0,29
EP5-CE1	Circulaires	PVC CRS EP	315	28,15	4 x 6 00		2,15

## c. À court terme en BTS

### Utilisation des ressources de la FNTP :

- Terrassor
- TP Demain



### Utilisation des ressources de l'OPPBTB:

- La sécurité et le BIM



## d. À moyen terme

	Bac professionnel	BTS
Élèves	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Utiliser</b> le numérique sur chantier (applications, tablettes, smartphones...),</li> <li>- <b>Utiliser</b> sur chantier des outils VR ou RA en particulier pour le marquage et l'implantation,</li> <li>- <b>Être en mesure de modifier</b> des informations sur une maquette numérique (altitude, cote, dimension,...)</li> <li>- <b>Utiliser</b> une plateforme collaborative (s'y connecter, déposer et télécharger des fichiers)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Intégrer</b> les principes modernes de relevés topographiques (Photogrammétrie, lasergrammétrie). La maîtrise des outils n'est pas demandée,</li> <li>- <b>Être en mesure de dimensionner</b> des réseaux de la maquette numérique à l'aide des outils intégrés,</li> <li>- <b>Augmenter</b> les usages d'analyse des données.</li> </ul>
Enseignants	<p>En plus de ceux des élèves :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Utiliser</b> une plateforme collaborative dans sa globalité</li> </ul>	<p>En plus de ceux des élèves :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Maîtriser</b> des principes modernes de relevés topographiques (Photogrammétrie, lasergrammétrie).</li> <li>- <b>Dimensionner</b> des ouvrages à partir de la maquette numérique.</li> </ul>

# e. À moyen terme en BTS

Dimensionner des réseaux, bassins :

Paramètres de l'étude EP

Paramètres étude | Méthode rationnelle | Calcul des bassins de retenue

Méthode de calcul des débits

Méthode rationnelle  Méthode superficielle

$Q_p = K C I A a$

Q : Débit de pointe (m<sup>3</sup>/s) a : Coefficient d'abattement spatial  
K : Facteur de conversion  
C : Coefficient de ruissellement  
I : Intensité de la pluie (mm/min)  
A : Superficie du bassin versant (ha)

Calcul de l'abattement spatial

Caquot  $i_c = A^{-0.6} F$   
A : Surface en ha

Région de pluie  
LYON 6-360 mm Propriétés Liste...

Valeurs par défaut

Période de retour : 1  
Coefficient C : 0.50  
Temps de concentration (min) : 3  
Débit manuel : (en litres/s/m<sup>2</sup>) 0.00

Vitesses

V Mini (autocurage) : 0.6m/s  
V Maxi : 3.0m/s

Unités

Intensité des pluies : mm/min

Défaut... OK Annuler

Paramètres de l'étude EP

Paramètres étude | Méthode rationnelle | Calcul des bassins de retenue

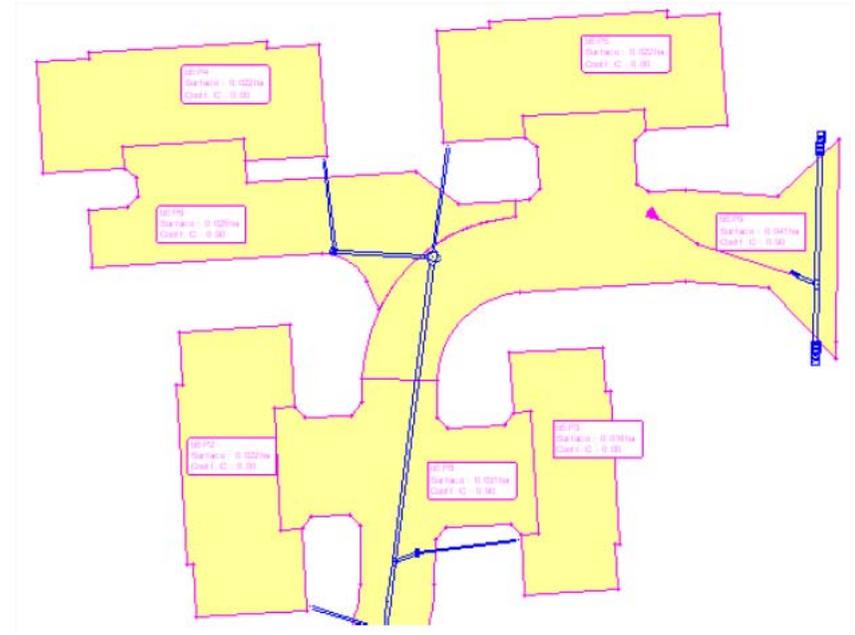
Méthode de calcul

Méthode des pluies (Courbes enveloppes)  
 Méthode des débits (réservoirs)  
 Méthode des volumes avec Montana / Paramètres des courbes IDF  
 Méthode des volumes avec les Abaques françaises (régions 1, 2 et 3)

Expression des paramètres d'intensité

Paramètres des courbes IDF  
 Montana (Exponentielle)

Défaut... OK Annuler



# e. À moyen terme en BTS

Augmenter l'analyse des données : utilisation des IFC pour la gestion des conflits

The screenshot displays the Autodesk Navisworks Manage 2021 interface. The main window shows a 3D model with a red cylinder and a green beam intersecting. The Clash Detective tool is active, showing a table of conflict analysis results.

Nom	Etat	Conflits	Nouv...	Actif	Vérifié	Approuvé	Résolu
Analyse 1	Terminé	6	0	0	0	0	0

Nom	Etat	Trouvé	Approuv...	Approuvé	Descripti...
Conflit1	Nouveau	14:56:50 11-03-2023			Jeu
Conflit2	Nouveau	14:56:50 11-03-2023			Jeu
Conflit3	Nouveau	14:56:50 11-03-2023			Jeu
Conflit4	Nouveau	14:56:50 11-03-2023			Jeu
Conflit5	Nouveau	14:56:50 11-03-2023			Jeu
Conflit6	Nouveau	14:56:50 11-03-2023			Jeu