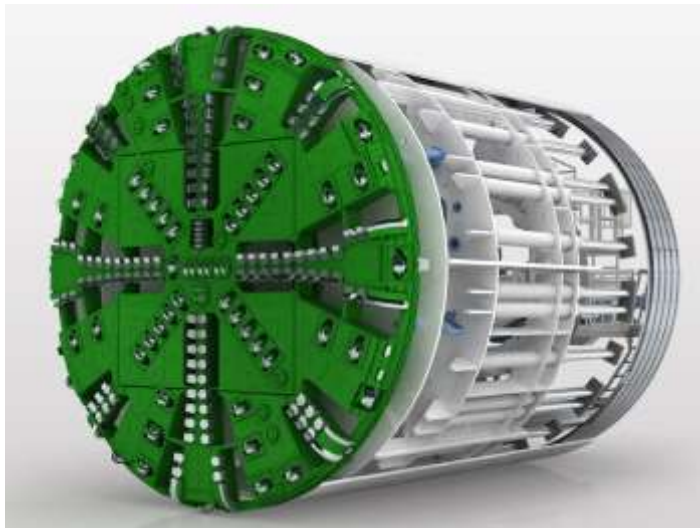


L'empreinte carbone du minage

Un comparatif avec les tunneliers



Mathieu Lachamp, *EPC Groupe*





L'empreinte carbone du minage

Un comparatif avec les tunneliers

1. Présentation de travaux déjà réalisées concernant le minage
2. Etude réalisée sur les tunneliers
3. Délimitation du périmètre de l'étude pour la comparaison avec le tunnelier
4. Section du tunnel et plan de tir analysé
5. Résultats et discussion

1. Présentation de travaux déjà réalisés concernant le minage

I-Etude lancée par le synduex

-Etude commissionnée par le Synduex visant à évaluer l'impact environnemental des explosif industriels

-Etude menée par MM. Couvrat & Dernoncourt



1. Présentation de travaux déjà réalisés concernant le minage

I-Etude lancée par le synduex

Impact de l'explosif:

- 1Kg d'explosif → 539g de CO₂
- Fabriquer 1MJ eExplosive → 141g de CO₂

Analyse dans l'étude des autres postes d'émissions: UMF, forage, marinage & transport, concassage

Conclusions de l'étude:

- 50% d'énergie explosive en plus → 4-6% d'émissions de CO₂ en moins
- En France: 38 millions kg-CO₂ en moins

1. Présentation de travaux déjà réalisés concernant le minage

I-Etude lancée par le synduex-ECOFRO

Eco-comparateur ECOFRO V7.1

Informations générales :		Données site :		Données site :	
Entreprise :	Synduex	Type de matériau :	Roche granocae	Durée de vie moyenne moyen :	10 000 00 h
Date :	01.01.2010	Volumen Chantier sur la durée :	160 000 m ³	Durée de vie moyenne installation :	10 000 00 h
Chantier :	Etat Etude avant 2008	Durée :			
Durée Chantier :	12.00 mois (1 000 j)	Massa volumique matériaux :	2.50 T/m ³		

FRAGMENTATION

EXTRACTION

CONCASSAGE

CHARGEMENT

[Compléter données](#)

[Compléter données](#)

[Compléter données](#)

[Compléter données](#)

RESULTATS

[Résumé du Bilan](#)

Célestine des ratsels

SYNDUEX - Fédération Nationale des Travaux Publics - 3, rue de Berri - 75008 Paris - Tél. 01 44 13 12 23 - Fax 01 44 13 00 70 - www.synduex.com

Secrétariat Général du Synduex : Jean-Philippe Desjardins

SFCEPA - le diamant A. 92909 Paris la défense routes - Contact : Secrétariat Général du SFCEPA : fmsiermorn@stetial.ubepne.com

Eco-comparateur ECOFRO V7.1

Rapport Bilan EcoFRO :		Matières premières :		Répartition des émissions par secteur :		Répartition GES par secteur (en tCO ₂ e) :	
<p>SYNDUEX</p> <p>Entreprise : Synduex</p> <p>Date : 01.01.2010</p> <p>Chantier : Etat Etude avant 2008</p> <p>Durée Chantier : 12.00 mois (1 000 j)</p>		<p>sfepa</p> <p>Entreprise : sfepa</p> <p>Date : 01.01.2010</p> <p>Chantier : Etat Etude avant 2008</p> <p>Durée Chantier : 12.00 mois (1 000 j)</p>		<p>Émissions : 10 000 tCO₂e</p> <p>CO₂ : 8 000 tCO₂e</p> <p>CH₄ : 1 000 tCO₂e</p> <p>N₂O : 1 000 tCO₂e</p>		<p>CO₂ : 7 000 tCO₂e</p> <p>CH₄ : 1 000 tCO₂e</p> <p>N₂O : 1 000 tCO₂e</p>	
Bilan Énergétique à la tonne :		Bilan GES in situ à la tonne :					
<p>CO₂ : 100 tCO₂e</p> <p>CH₄ : 10 tCO₂e</p> <p>N₂O : 10 tCO₂e</p>		<p>CO₂ : 100 tCO₂e</p> <p>CH₄ : 10 tCO₂e</p> <p>N₂O : 10 tCO₂e</p>					
Bilan GES Chantier (en tCO ₂ e) :		Bilan GES Livraison :					
<p>CO₂ : 100 tCO₂e</p> <p>CH₄ : 10 tCO₂e</p> <p>N₂O : 10 tCO₂e</p>		<p>CO₂ : 100 tCO₂e</p> <p>CH₄ : 10 tCO₂e</p> <p>N₂O : 10 tCO₂e</p>					

1. Présentation de travaux déjà réalisés concernant le minage

II-EE Blast



1. Présentation de travaux déjà réalisés concernant le minage

II-EE Blast: évaluation du cycle de vie de l'explosif

1. Minage

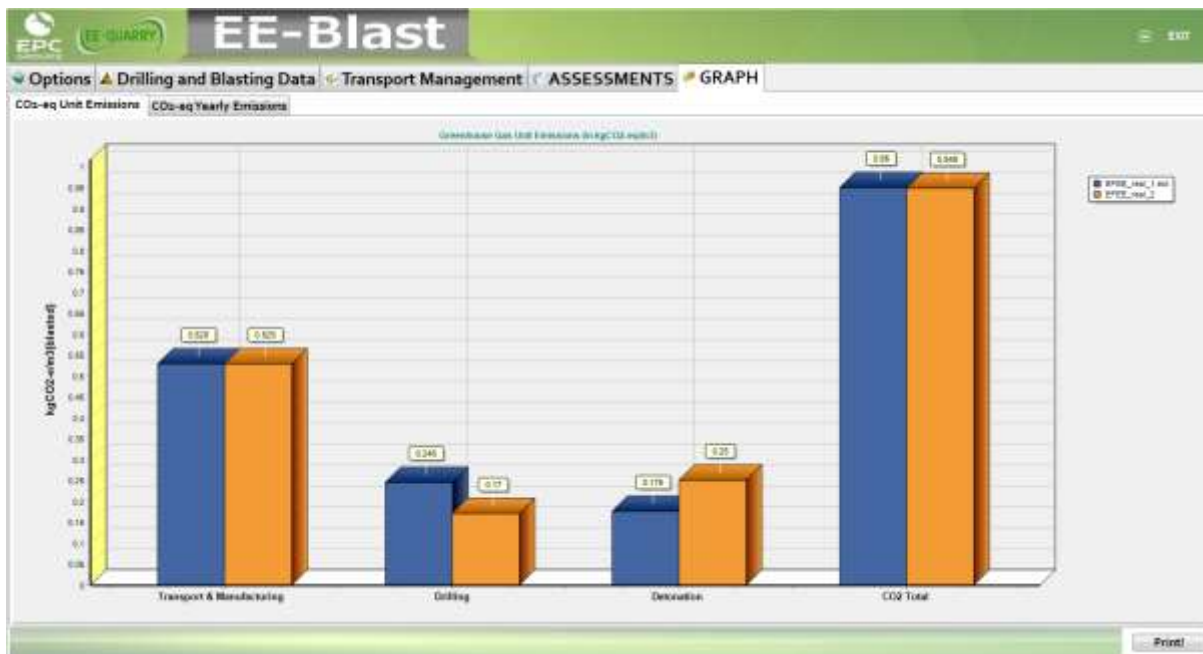
- a. Fabrication du nitrate d'ammonium
- b. Importation des matières premières
- c. Processus de fabrication de l'explosif
- b. Transport
- d. Contribution de la détonation

2. Forage

- a. Consommation des foreuses

1. Présentation de travaux déjà réalisés concernant le minage

II-EE Blast



2. Etude réalisée sur les tunneliers

- Etude réalisée pour Herrenknecht
(Grand Paris, metro de Rennes, Lyon, Paris, Le Havre)
- But: évaluer l'efficacité énergétique de trois types de tunneliers
 - Tunnelier à bouclier simple-roche dure
 - Tunnelier à double bouclier
 - Tunnelier à pression de terre

2. Etude réalisée sur les tunneliers

Résultats:

Machine type	Machines analysed	MDB 1-4				Cutting Wheel	
		Average energy per excavation volume [kWh/m ³]	Average energy per ring [kWh]	Average power per excavation volume [kW/m ³]	Average power per ring [kW]	Average energy per excavation volume [kWh/m ³]	Average power per excavation volume [kW/m ³]
Hardrock	8	11.56	1096.37	19.89	1808.70	8.69	15.15
EPB	22	15.16	1247.37	17.42	1416.91	8.82	10.03
Mixshield	10	18.02	798.15	14.80	611.26	4.08	4.12

3. Délimitation du périmètre de l'étude

Fonctions de base du tunnelier

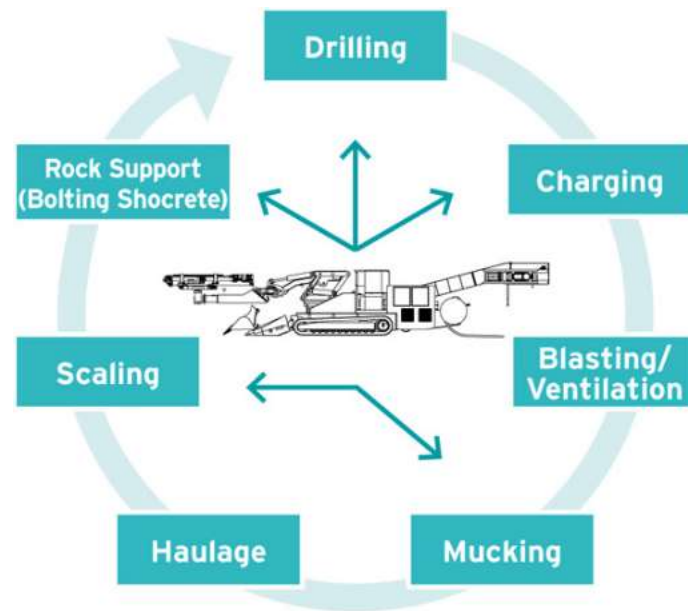
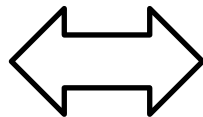
Abattage du terrain

Soutènement

Progression dans le terrain

Evacuation des déblais

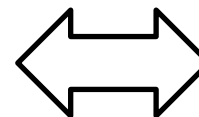
Mise en place des voussoirs



3. Délimitation du périmètre de l'étude

Machine type	Machines analysed	MDB 1-4				Cutting Wheel	
		Average energy per excavation volume [kWh/m ³]	Average energy per ring [kWh]	Average power per excavation volume [kW/m ³]	Average power per ring [kW]	Average energy per excavation volume [kWh/m ³]	Average power per excavation volume [kW/m ³]
Hardrock	8	11.56	1096.37	19.89	1808.70	8.69	15.15
EPB	22	15.16	1247.37	17.42	1416.91	8.82	10.03
Mixshield	10	18.02	798.15	14.80	611.26	4.08	4.12

MDB	Cutting Wheel (hardrock)
Soutènement	Abattage du terrain
Evacuation des déblais	
Progression dans le terrain	Chargement
Mise en place des voussoirs	

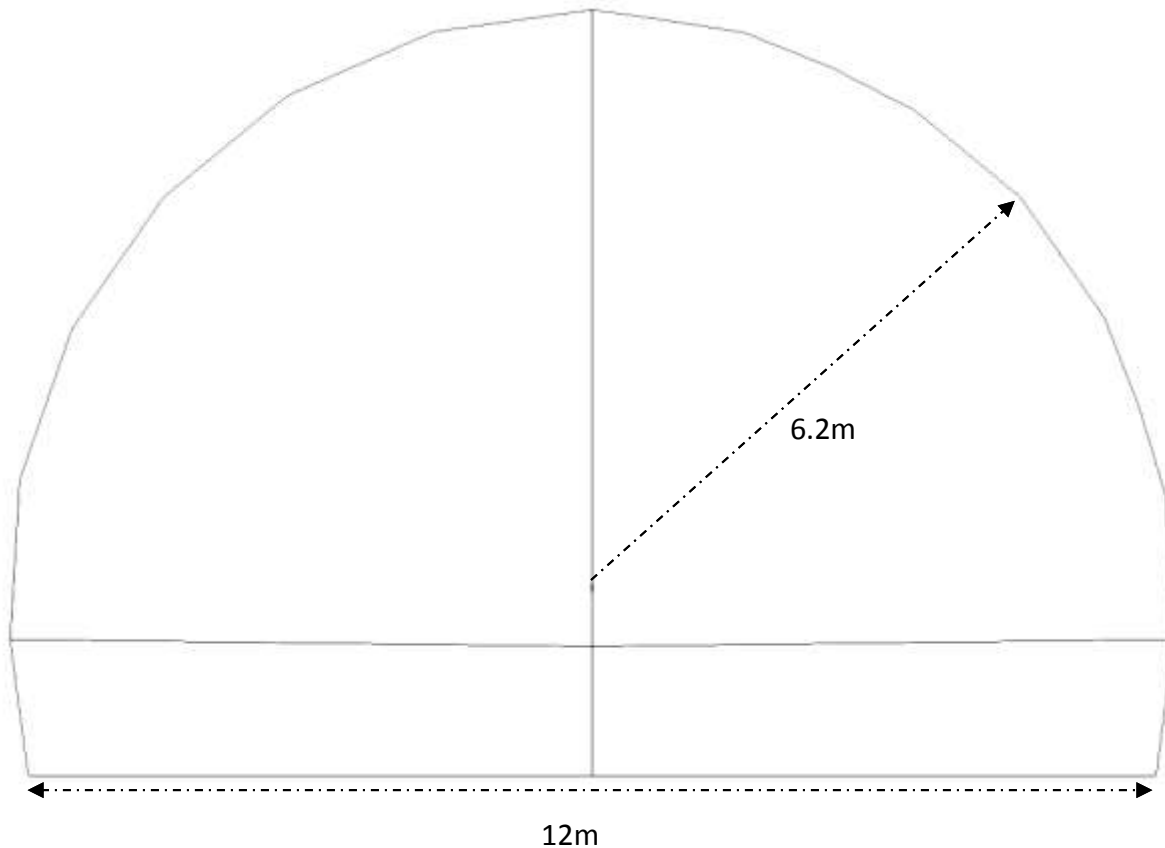


Methode Drill & Blast
Forage
Minage
Chargement

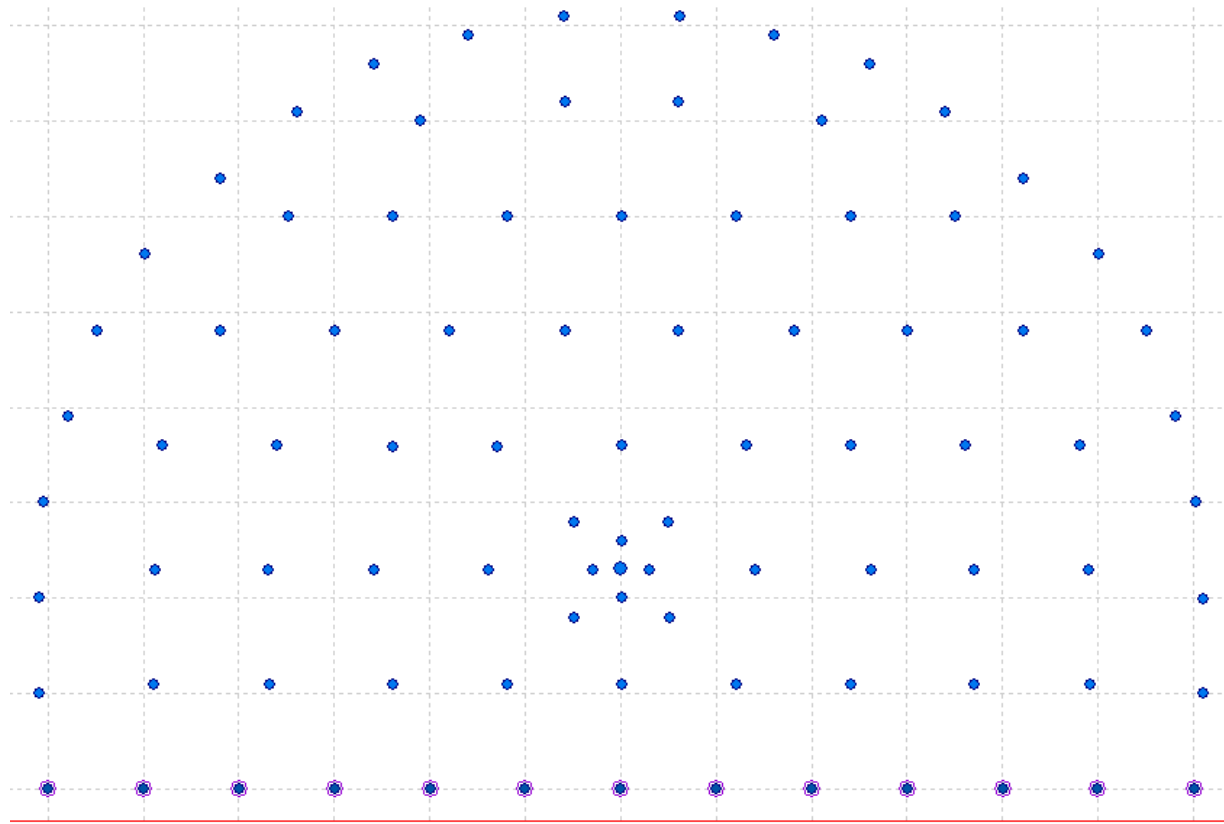
3. Délimitation du périmètre de l'étude



4. Section du tunnel et plan de tir analysé



4. Section du tunnel et plan de tir analysé

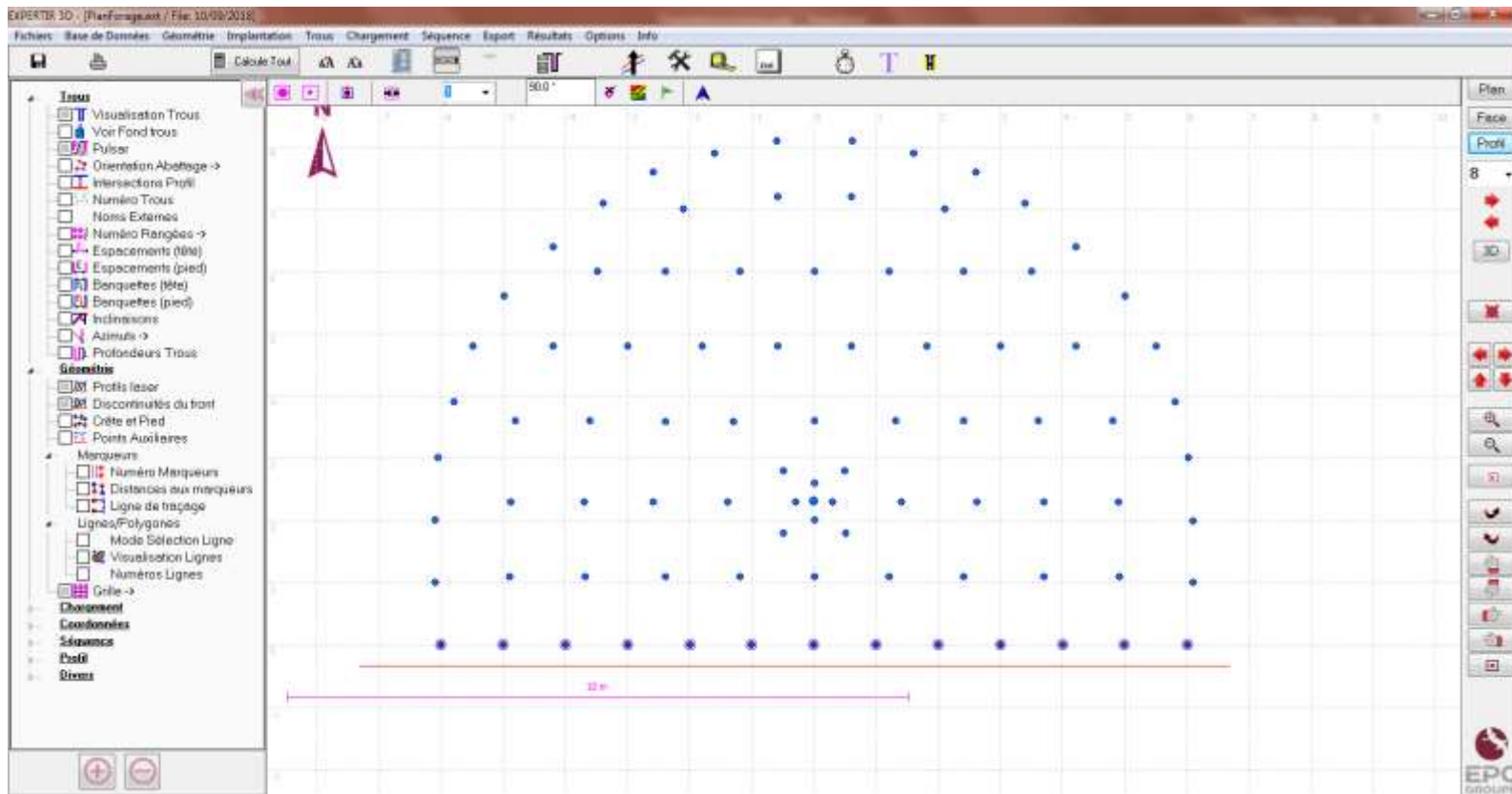


4. Section du tunnel et plan de tir analysé

Forage	
Diamètre	76 mm
Profondeur forée	5m
Nombre trous	89
Longueur totale à forer	445m

Explosif (Blendex 85 2.8MJ/kg)	
Abattage/relevage	11kg/trou
Découpage (24 trous)	5kg/trou
Masse totale explo	970kg
Conso spécifique	2.08kg/m3

4. Section du tunnel et plan de tir analysé



5. Résultats et discussion



ENERGY ASSESSMENT

MJ/kg(explosives) ▾

Transportation and Manufacturing Energy: MJ/kg_{explosives}

Drilling Energy: MJ/kg_{explosives}

TOTAL : MJ/kg_{explosives}

CARBON FOOTPRINT ASSESSMENT

kgCO₂-e/kg(explosives) ▾

Transportation and Manufacturing Contribution: kgCO₂-e/kg_{explosives}

Drilling Contribution: kgCO₂-e/kg_{explosives}

Detonation Contribution: kgCO₂-e/kg_{explosives}

TOTAL : kgCO₂-e/kg_{explosives}

5. Résultats et discussion

Comparaison avec le tunnelier pour l'abattage de la roche

Efficacité énergétique

Drill & Blast	Tunnelier
17MJ/m ³	31MJ/m ³

Emission de CO₂

Drill & Blast	Tunnelier
3.3KgCO ₂ /m ³	0.67kgCO ₂ /m ³ (France)
	6.5kgCO ₂ /m ³ (Allemagne)

Pistes pour approfondir l'étude

- Prendre en compte l'impact énergétique et environnemental de la construction et du transport du tunnelier sur son chantier
- Faire de même pour le soutènement (voussoirs VS boulons et cintres)

REFERENCES

- Dernoncourt, Couvrat, EFEE 2009. *Study of the environmental impact of industrial explosives in quarries and public works, carbon and energy balances.*
- De Pasquale, Alvarez-Castro, EFEE 2015. *Synergy between drilling/blasting and loading/hauling for CO2 emissions combined reduction.*
- Grishenko, 2014. *Energy efficiency of tunnel boring machines.*