

# FICHES SIGNALÉTIQUES DES CHANTIERS MÉCANISÉS

Etat au 31 Décembre 2004

Le groupe de travail n°4 de l'AFTES "Mécanisation de l'excavation" a confié au Centre d'Etudes des Tunnels l'établissement, la mise en forme et la parution dans la revue Tunnels et Ouvrages Souterrains des fiches de chantiers mécanisés réalisés en France ou à l'étranger par des Entreprises Françaises de Travaux Souterrains ainsi qu'avec des tunneliers manufacturés par des fabricants Français.

Au 31 décembre 2004 114 fiches seront éditées (TOS n° 64 de juillet/août 1984 à TOS n°186 de novembre/décembre 2004). A la demande de nombreux adhérents, elles ont été rééditées et encartées dans un recueil qui peut être obtenu sur demande auprès du Secrétariat de l'AFTES ou auprès du service Documentation du CETU.

Pour caractériser ces chantiers mécanisés, il a été fait appel à la classification AITES des Ouvrages Souterrains.

Ouvrage souterrain	Classification	Nombre de fiches
Tunnels routiers	A	5
Tunnels ferroviaires	B	16
Métros	C	23
Galeries hydroélectriques	D	21
Galeries pour centrales thermiques et nucléaires	E	2
Galeries hydrauliques	F	4
Emissaires	G	39
Galeries techniques	H	4
<b>TOTAL</b>		<b>114</b>

Les 114 fiches représentent un total de 425 km forés à l'aide de 113 machines réparties ainsi : 11 machines à attaque ponctuelle, 34 tunneliers à grippeur, 7 boucliers mécanisés ouverts et 61 boucliers mécanisés fermés à confinement ; cette dernière catégorie représente plus de la moitié des fiches.

Les machines ont été classifiées conformément à la recommandation du Groupe de Travail n° 4 de l'AFTES

"**Choix des techniques d'excavation mécanisée**" parue dans la revue n°157 janvier-février 2000 de TOS (Tunnel et Ouvrage Souterrains).

La classification adoptée pour chaque famille de machines résulte du soutènement apporté par chaque type de machine (sans, latéral, latéral et frontal).

## • Famille sans soutènement (série 100)

Seules trois fiches de chantiers creusés au moyen de machines à attaque ponctuelle (série 110) ont été publiées.

Le nombre de chantiers avec utilisation partielle ou totale de machines à attaque ponctuelle est bien entendu nettement plus important mais cette catégorie de machines n'a pas fait l'objet d'une enquête systématique et approfondie.

Les tunneliers à appui radial ou grippeur (série 120) représentent plus du tiers des fiches publiées à ce jour (34 fiches). Le domaine de prédilection de ce type de tunnelier a été, dans les années 70 à 80, le creusement en France de galeries hydroélectriques dans des formations sédimentaires ou cristallines.

Les entreprises françaises n'ayant pas l'expérience d'alésage au moyen de tunnelier (série 130), les quelques exemples non publiés sont à rechercher en Suisse et en Italie.

## • Famille avec soutènement latéral (série 200)

Ces boucliers mécanisés à front ouvert qui ont préfiguré les boucliers à confinement, ont été développés dans les années 80 avec un terrassement par machine à attaque ponctuelle dans les terrains meubles (série 220 AP) puis plus récemment au moyen d'un plateau pleine face (série 220 PF).

Quand le terrain s'y prête un double système d'appuis (série 230) permet le creusement et la pose simultanée d'un revêtement de voussoirs au moyen d'une double jupe.

## • Famille avec soutènement latéral et frontal (Série 300)

Ces boucliers mécanisés à front fermé qui ont fait leur apparition en 1985 ne cessent de progresser par leur nombre (67 fiches), par les longueurs de creusement (réemploi) et par leur domaine d'utilisation.

Les boucliers mécanisés à pression mécanique (série 310) encore très nombreux (26 fiches) notamment dans les ouvrages de petite section (2,50 m à 3,50 m) sont progressivement remplacés par des boucliers à pression de terre.

Le concept et la simplicité d'utilisation leur permettent un réemploi aisé dans de mêmes formations. Certains tunneliers ont été ainsi réutilisés plus de 5 fois sur une période de 6 ans (fiche n° 62) sur des tronçons de 280 ml à 4400 ml portant la longueur totale creusée à l'aide du même tunnelier à 8610 ml. La plus grande longueur avec réemploi successif est actuellement de 9780 ml (fiche n°87).

Les boucliers mécanisés à pression d'air comprimé (série 320) restent encore présents surtout dans les galeries de section réduite et associés à un terrassement à attaque ponctuelle.

Le bouclier mécanisé à pression de boue avec 20 fiches est encore celui des plus utilisés de part son mode de confinement (série 330) quand la parfaite maîtrise de celui-ci est impérative.

Le bouclier mécanisé à pression de terre avec 15 fiches (série 340) tend à se répandre dans tous les types de terrains et se développe actuellement dans des configurations mixtes front ouvert / pression de terre ou pression de boue / pression de terre (série 350) avec 3 fiches.

Ce type de tunnelier à confinement pression de terre détient toujours en France le record de la longueur forée (Tunnel sous la manche / tube ferroviaire sous mer 20 009 ml).

## • Statistiques longueur forée et diamètre

**Diamètre** : la grande majorité des machines (60%) se situe dans la classe 3m/6m

Les grands diamètres (> 9m) peu présent avant 2000 représentent maintenant près de 10% des tunneliers

**Longueur forée** : Les longueurs unitaires forées à l'aide de chaque machine s'étalent dans une fourchette très large allant de 150 ml pour la plus courte (fiche n°54) à 20009 ml (fiche n°47)

**Longueur moyenne** : La longueur moyenne forée par machine n'a pas de signification compte tenu du réemploi de certaines machines. Dans la classe 3,00m/6,00m elle est de 4 km environ

**Performances** : Les performances des tunneliers ainsi que les coefficients d'utilisation, de disponibilité et de fiabilité (a, b, g), rencontrés dans certaines fiches sont ceux définis dans la recommandation du GT 4 AFTES parue dans TOS n°104 de juillet/août 1998.

Nous tenons à remercier ici tous les adhérents de l'AFTES qui ont bien voulu nous transmettre les informations utiles à l'établissement de ces fiches notamment les graphismes en couleur qui participent pour beaucoup à la compréhension des profils en long géologiques.

Afin de permettre la poursuite d'une publication régulière de ces fiches, nous vous invitons à contacter au CETU M. André Schwenzfeier ou Mme Nicole Plasse pour formaliser la communication de ces éléments.

Des modèles de fiches "type boue" ou "type Pression de terre" vous seront transmis par voie électronique.

# DATA SHEETS MECHANISED TUNNELLING JOBS

Position as of 31st December 2004

**A**FTES Working Group 4 on Mechanised Excavation invited the Centre d'Etude des Tunnels (CETU) to compile and publish in the journal *Tunnels et Ouvrages Souterrains* (TOS) short summaries of the mechanised tunnelling jobs undertaken by French tunnelling contractors in France and abroad and jobs completed using tunnelling machines built by French manufacturers.

By 31 December 2004, 114 data sheets had been compiled and appeared in various issues of TOS between July/Aug 1984 (No. 64) and Nov/Dec 2004 (No. 186). Several members have expressed the wish for them to be re-edited and they have accordingly been issued in a single booklet which is available on request from the AFTES Secretariat or the CETU Documentation service.

The ITA-AITES classification has been followed to distinguish between the various types of machine tunnelling projects.

Tunnel Type	Classification	Number of Summaries
Road tunnels	A	5
Rail tunnels	B	16
Metro tunnels	C	23
Hydropower tunnels	D	21
Fossil-fuelled & nuclear powerstation tunnels	E	2
Water tunnels	F	4
Sewers	G	39
Service tunnels	H	4
<b>TOTAL</b>		<b>114</b>

The 114 data sheets represent an aggregate excavated length of 425 km with 113 TBMs: 11 boom type tunnelling machines, 34 main beam TBMs, 7 open-face shield TBMs and 61 closed-face shield TBMs. The last category accounts for more than half the data sheets.

The machines are classified according to the recommendations of AFTES Working Group 4 published under the title **Choosing Mechanised Tunnelling Techniques** in TOS Jan/Feb 2000 (No. 157).

The classification used for each group of machines is based on the immediate ground support provided by each type: no support, peripheral support, peripheral and frontal support.

#### • No support (series 100) group

The data sheets refer to only three jobs using boom type machines. There are of course many more performed partly or wholly with excavator arms but this group was not the subject of any systematic, thorough research.

The main beam TBM group (series 120) accounts for more than one-third (34) of the data sheets published to date. The preferred application of this type of machine in France in the nineteen-seventies and eighties was driving hydro-electric power tunnels in sedimentary or crystalline rock.

French contractors have no experience with reaming machines (series 130) and the few examples (not published) are to be found in Switzerland and Italy.

#### • Peripheral support (series 200) group

These open-face gripper shield machines which prefigured closed-face shields were developed in the eighties with boom headers in soft ground (series 220 AP), then more recently, with full-face cutterheads (series 220 PF).

In suitable ground, a double shield system (series 230) is used to excavate and install the lining segments simultaneously.

#### • Peripheral and frontal support (series 300) group

These closed-face machines first appeared in 1985 and have steadily progressed in terms of numbers (67 data sheets), excavated lengths (through re-use) and fields of application.

Mechanical-support TBMs (series 310) are still numerous (26 data sheets), especially for small tunnels (2.50-3.50m dia.) but are steadily being supplanted by earth pressure balance machines, whose design and versatility allows them to be re-used in similar geologies. Some units have been used more than five times in six years (data sheet 62) on drives of 280m to 4400m, an aggregate excavated length of 8610m by the same machine. The record aggregate with the same machine currently stands at 9780m (data sheet 87).

Compressed air TBMs (series 320) are still in use, mainly for driving small tunnels, combined with boom type excavator arm.

With twenty data sheets, the slurry shield is still the most widely-used type of TBM (series 330) when complete control of cutterhead chamber conditions is needed.

The fifteen data sheets for earth pressure balance machines (series 340) reveal the tendency for this type of TBM to become more familiar in all types of ground. The present trend is towards open-face / earth pressure balance, or slurry / earth pressure balance hybrids (series 350) (three data sheets).

The earth pressure balance type is the current French recordholder for the longest drive (CTRL, length 20,009m).

#### • Statistics (excavated length and diameter)

**Diameter:** Most (60%) machines lie in the 3-6m range.

Large (>9m) diameters were uncommon before the year 2000 but now account for more than 10% of all TBMs.

**Excavated length:** Unit excavated lengths per machine cover a very wide range, from 150m for the shortest tunnel (data sheet 54) to 20,009m (data sheet 47).

**Average drive:** The average length excavated per machine has little meaning because some machines can be redeployed to other jobs. In the range 3.00-6.00m, the machine average is 4km approximately.

**Performance:** TBM performance, and coefficients of utilisation, availability and reliability (a, b, g) found on some of the data sheets are defined in AFTES WG4 Guidelines which appeared in the July/Aug 1998 issue of TOS (No. 104).

We wish to express our gratitude to all AFTES members who kindly furnished us with useful information for compiling these data sheets, and the colour sketches which are an invaluable aid to understanding geological longitudinal sections.

It is planned to issue further data sheets on a regular basis and members are invited to submit relevant information by contacting André Schwenzfeier or Nicole Plasse at CETU. Slurry and earth pressure balance forms will be sent by e-mail.

# AFTES

## ETAT AU 31 DÉCEMBRE 2004 DE LA PUBLICATION DES FICHES SIGNALÉTIQUES CHANTIERS MÉCANISÉS AFTES/CETU

N° fiche	Chantier	Classif. AITES	N° TOS	Années	Longueur forée (m)	Ø foration (m)	Géologie	Constructeur	Type de machine
1	Echaillon	D	68	1972-1973	4362	5,80	Gneiss, flysch, calcaire	Wirth	120PF
2	La Coche	D	77	1972-1973	5287	3,00	Calcaire, grès, brèches	Robbins	120PF
3	CERN SPS	H	64	1973-1974	6551	4,80	Molasse	Robbins	120PF
4	RER Châtelet-Gare de Lyon	C	64	1973-1975	5100	7,00	Calcaire	Robbins	120PF
5	Belledonne	D	64	1974-1978	9998	5,88	Schistes, granite sédimentaire	Wirth	120PF
6	Bramefarine	D	67	1975-1977	3700	8,10	Calcaire, schiste	Robbins	120PF
7	Métro de Lyon - Crémaillère	C	64	1976	220	3,08	Gneiss, granite	Wirth	120PF
8	Galerie du Bourget	C	67	1976-1978	4845	6 m2	Calcaire, molasse	Alpine (2 machines)	111AT
9	Monaco - Galerie technique	H	64	1977	913	3,30	Calcaire, marne	Robbins	120PF
10	Grand Maison - Eau Dolle	D	64	1978	839	3,60	Gneiss, schistes, dolomies	Wirth	120PF
11	Western Oslofiord	G	77	1978-1984	10500	3,00	Ardoise, calcaire, roche éruptive	Bouygues (2 machines)	120PF
12	Brevon	D	66	1979-1981	4150	3,00	Calcaire, malm, dolomies	Bouygues	120PF
13	Grand Maison (conduites forcées et puits de service)	D	75	1979-1982	5466	3,60	Gneiss, schistes	Wirth (2 machines)	120PF
14	Aqueduc de Marignan	F	66	1979-1980	480	5,52 m2	Calcaire	Alpine	111AT
15	Super Bissorte	D	73	1980-1981	2975	3,60	Schiste, grès	Wirth	120PF
16	Pouget	D	66	1980-1981	3999	5,05	Gneiss	Wirth	120PF
17	Grand Maison - Vaujany	D	75	1981-1983	5400	7,70	Liptinite, gneiss, amphibolite	Robbins	120PF
18	Vieux Pré	D	68	1981-1982	1257	2,90	Grès, conglomérat	Bouygues	120PF
19	Haute Romanche	D	73	1981-1982	2860	3,60	Calcaire, schiste, grès cristallin	Wirth	120PF
20	Cilaos	F	80	1982-1984	5701	3,00	Basalte, tufs	Wirth	120PF
21	Monaco - Tunnel n° 6	A	66	1982	183	5,05	Calcaire, dolomies	Wirth	120PF
22	Ferrières	D	79	1982-1985	4313	5,90	Schiste, gneiss	Wirth	120PF
23	Durolle	D	79	1983-1984	2139	3,40	Granite, quartz, microgranite	Wirth	120PF
24	Montfermy	D	80	1983-1985	5040	3,55	Gneiss, anatésite, granite	Robbins	120PF
25	CERN LEP (machines 1 et 2)	H	82	1985-1986	14680	4,50	Molasse	Wirth (2 machines)	210PF
26	CERN LEP (machine 3)	H	82	1985-1987	4706	4,50	Molasse	Wirth	120PF
27	Funiculaire de Val d'Isère	B	97	1986	1689	4,20	Calcaires, dolomies, cargneules	Wirth	120PF
28	Calavon et Luberon	F	97	1987-1988	2787	3,40	Calcaires	Wirth	120PF
29	Takamaka II	D	101	1985-1987	4803	3,20	Basaltes, tufs, agglomérats	Bouygues	120PF
30	Oued Lakhdar	D	101	1986-1987	6394	4,56 et 4,80	Calcaires, grès, marnes	Wirth	120PF
31	Centrale Nucléaire de Paluel	E	105	1980-1982	2427	5,00	Craie	Zokor	220AP
32	Centrale Nucléaire de Penly	E	105	1986-1988	2510	5,15	Argile	Zokor (= machine 31)	220AP
33	Lyon sous fluviale - Métro D	C	106	1984-1987	2 x 1230	6,50	Alluvions modernes et arènes	Bade	330PF
34	Métro de Lille ligne 1bis - Lot 8	C	106	1986-1987	1000	7,65	Craie blanche et silex	FCB/Kawasaki	330PF
35	Métro de Lille ligne 1bis - Lot 3	C	106	1986-1988	3259	7,70	Silts et sables argileux	Herrenknecht	330PF
36	Tunnel de Villejust	B	106	1986-1988	4805 + 4798	9,25	Sables de Fontainebleau	Bade/Theelen (2 machines)	330PF
37	Bordeaux: Cauderan-Naujac	G	106	1986-1988	1936	5,02	Sables, marnes et calcaires	Bessac	320AP
38	Métro de Caracas : Lot PS 01	C	107	1986-1987	2 x 1564	5,70	Alluvions sablo-limoneuses, graves et argiles	Lovat (2 machines)	310PF
39	Métro de Caracas : Lot CP 03	C	107	1987	2 x 2131	5,70	Micaschistes altérés et sables limoneux	Lovat (2 machines=38)	310PF

# État au 31 décembre 2004 de la publication des fiches signalétiques chantiers mécanisés AFTES/CETU

N° fiche	Chantier	Classif. AITES	N° TOS	Années	Longueur forée (m)	Ø foration (m)	Géologie	Constructeur	Type de machine
40	Métro de Caracas : Lot CP 04	C	107	1987-1988	2 x 714	5,70	Micaschistes	Lovat (2machines=39)	310PF
41	Métro de Singapour : Lot 106	C	107	1985-1986	2600	5,89	Grès, marnes et argiles	Grosvenor	220AP
42	Bordeaux : collecteur des boulevards Ø3800	G	113	1989-1990	1461	4,36	Calcaires karstiques et alluvions	Bessac	320AP
43	Bordeaux : Avenue de la Libération Ø2200	G	113	1988-1989	918	2,95	Calcaires karstiques et alluvions	Bessac	320AP
44	St Maur-Créteil - Tronçon 2	G	113	1988-1990	1530	3,35	Alluvions anciennes et blocs	FCB	330PF
45	Crosne-Villeneuve St Georges	G	113	1988-1990	911	2,58	Marnes altérées et calcaires indurés	Howden	340PF
46	Manche T1	B	114	1988-1990	15618	5,77	Craie bleue	Robbins	340PF
47	Manche T2-T3	B	114	1988-1991	20009 + 18860	8,78	Craie bleue	Robbins/Kawasaki (2 machines)	340PF
48	Manche T4	B	114	1988-1989	3162	5,61	Craie grise et craie blanche	Mitsubishi	340PF
49	Manche T5-T6	B	114	1988 - 1990	2 x 3265	8,64	Craie grise et craie blanche	Mitsubishi	340PF
50	Sèvres - Achères : Lot 3	G	121	1989 - 1991	3550	4,05	calcaires grossiers, sables, fausses glaises, argile plastique, marnes du Montien, craie	Herrenknecht	330PF
51	Sèvres - Achères : Lots 4 et 5	G	121	1988 - 1990	3312	4,80	sables, fausses glaises, argile plastique, marnes et calcaires du Montien, craie	Lovat	310PF
52	Créteil - Vitry	G	124	1990 - 1991	2065	3,35	alluvions et remblais	FCB	330PF
53	Orly Val : Lot 2	C	124	1989 - 1990	1160	7,64	marnes avec bancs de gypse	Howden	320AP
54	Bordeaux Caudéran - Naujac : Rue de la Liberté	G	126	1991	150	3,84	calcaires karstiques	Bessac	320AP
55	Bordeaux Amont Taudin	G	126	1991	500	2,88	alluvions et calcaires karstiques	Howden	340PF
56	Métro bus de Rouen	C	126	1993	800	8,33	argiles noires, sables de l'Albien moyen et argiles du Gault	Herrenknecht	330PF
57	Métro Toulouse : Lot 3	C	131	1989 - 1991	3150	7,65	molasses argilo-sableuses et bancs de grès	FCB / Kawasaki	330PF
58	Métro Toulouse : Lot 4 et 5	C	131	1990 - 1991	1587-1487	5,60	molasses	Lovat	310PF
59	Métro de Lille : Ligne 2 - Lot 1	C	132	1992 - 1994	5043	7,65	argile des Flandres	FCB	340PF
60	Métro de Lille : Ligne 2 - Section b	C	132	1992 - 1993	1473	7,65	craie, argiles et tuffeau	FCB	330PF
61	St Maur : collecteur VL3c	G	133	1992 - 1994	1350	3,50	argiles plastiques très hétérogènes, sables, calcaires grossiers et fausses glaises	Herrenknecht	340PF
62	Métro de Lyon : Ligne D Vaise - Gorge de Loup	C	133	1993 - 1995	2 * 875	6,27	sables, graviers et limons argileux	Herrenknecht	330PF
63	METEOR Ligne 14	C	142	1993 - 1995	4500	8,61	Sables, calcaires, marnes et caillasses	HDW	330PF
64	RER Ligne D - Chatelet /Gare de Lyon	C	142	1993 - 1994	2 * 1600	7,08	Calcaire grossier	Lovat	230PF
65	Cleuson Dixence Lot D - Puits incliné	D	142	1994 - 1996	2300	4,77	Calcaire, quartzites, schistes, grès	Robbins	120PF
66	Cleuson Dixence Puits incliné	D	142	1994 - 1996	400	4,40	Calcaire, schistes, grès	Lovat	220PF
67	Cleuson Dixence Lot B - Galerie d'amenée	D	153	1994 - 1996	7400	5,6	Schistes et gneiss	Wirth	120PF
68	Cleuson Dixence Lot C - Galerie d'amenée	D	152	1994 - 1996	7400	5,8	Schistes, micachistes, gneiss et quartzites	Robbins	230PF
69	EOLE	B	146	1993 - 1996	2 * 1700	7,40	Sables, marnes et caillasses, grès et calcaires	Voest Alpine	330PF
70	Emissaire du plateau Sud Est (EPSE)	G	146	1994 - 1997	3925	4,42	Sable molassique, moraine , alluvions	NFM	320AP
71	CADIX : Galerie Guadiaro Majaceite	F	148	1995 - 1997	12200	4,88	Calcaire, Argile consolidée	NFM/MHI	230PF
72	Métro de Lille Ligne 2 - Lot 2	C	148	1995 - 1997	3962	7,68	Argile des Flandres	FCB	340PF
73	BPNL Tunnel de Caluire Tube nord	A	150	1994 - 1996	3252	11,02	Gneiss, molasses, sables et conglomérat	NFM	340PF
74	BPNL Tunnel de Caluire Tube sud	A	150	1997 - 1998	3250	11,02	Gneiss, molasses, sables et conglomérat	NFM	340PF
75	Tunnels Ferroviaires du Storebaelt	B	150	1990 - 1995	14824	8,78	Argiles et marnes	HOWDEN	340PF
76	Tramway de Strasbourg	C	150	1992 - 1993	1198	8,30	Sables et graviers	Herrenknecht	330PF
77	Collecteur de Thiais - Lot 1	G	154	1987 - 1989	4404	2,84	Marnes et argile	Lovat	310PF
78	Collecteur du grand ensemble d'ANTONY	G	154	1989	1483	2,84	Alluvions, calcaire, marnes	Lovat (=machine 77)	310PF
79	Traversée de FRESNES	G	154	1991	280	2,84	Marnes et alluvions	Lovat (=machine 78)	310PF
80	Collecteur sous CD 67 à ANTONY	G	154	1991	670	2,84	Marnes	Lovat (=machine 79)	310PF

# État au 31 décembre 2004 de la publication des fiches signalétiques chantiers mécanisés AFTES/CETU

N° fiche	Chantier	Classif. AITES	N° TOS	Années	Longueur forée (m)	Ø foration (m)	Géologie	Constructeur	Type de machine
81	Doublement du collecteur Rue de la Barre à ENGHEN	G	154	1992 - 1993	807	2,84	Sable, marno-calcaire, marnes	Lovat (=machine 80)	310PF
82	Intercepteur de la Bièvre	G	154	1993	1000	2,84	Marnes et alluvions	Lovat (=machine 81)	310PF
83	Doublement du collecteur du Ru des Espérances - 8° tranche	G	156	1993 - 1994	1387	2,54	Calcaires, Sables	Lovat	310PF
84	Doublement du collecteur du Ru des Espérances - 9° tranche	G	156	1995 - 1996	1200	2,54	Calcaire grossier, Calcaire de St Ouen	Lovat (=machine 83)	310PF
85	Doublement du collecteur du Ru des Espérances - 10° tranche	G	156	1996 - 1997	469	2,54	Calcaire grossier, Calcaire de St Ouen	Lovat (=machine 84)	310PF
86	Emissaire Sèvres Achères - Lots 1A et 1B	G	159	1990-1992	5830	4,84	Sables de Beauchamp, Marnes et Caillasses, Calcaire Grossier	Lovat (=machine 51)	310PF
87	Collecteur rue Ste Claire Deville à Nanterre	G	159	1994	630	4,84	Sable, graviers et galets	Lovat (=machine 86)	310PF
88	Liaison Cachan Charenton - Lot 1	G	159	1996-1997	2615	7,08	Calcaire grossier, Fausses glaises, argiles plastiques	Lovat	310PF
89	Raccordement de la Bièvre au collecteur de Villejuif - Lots 1 et 2	G	160	1990-1991	2075	3,24	Marno-calcaire	Lovat	310PF
90	Collecteur VL3b - Lot 1	G	160	1992-1993	1535	3,24	Argiles plastiques, Fausses glaises	Lovat (=machine 89)	310PF
91	Collecteur des Martinets	G	161	1994	788	3,24	Sables, graviers, galets, alluvions anciennes	Lovat (=machine 90)	310PF
92	Siphon Cuvier	G	161	1995-1996	329	3,24	Calcaire grossier	Lovat (=machine 91)	310PF
93	Collecteur VL10 - Tronçon amont	G	161	1996-1997	1991	3,24	Sables de Beauchamp, Marnes et Caillasses, Calcaire Grossier	Lovat (=machine 92)	310PF
94	Collecteur Clichy - La Briche Lot 3	G	162	1993-1995	1435	3,14	Marnes et Caillasses, Sables de Beauchamp	FCB	340PF
95	Collecteur Clichy - La Briche Lot 4	G	162	1995-1997	2900	3,14	Marnes et Caillasses, Sables de Beauchamp	FCB (=machine 94)	340PF
96	Métro du Caire - Ligne 2 - Lots 12,14,22 et 24	C	162	1994-1995	3207	9,45	Alluvions du Nil	Herrenknecht	330PF
97	Métro du Caire - Ligne 2 - Lots 16,18 et 20	C	162	1994-1995	2626	9,45	Alluvions du Nil	Herrenknecht	330PF
98	Tunnel routier El Azhar au Caire	A	162	1998-2000	5400	9,45	Alluvions du Nil	Herrenknecht (=machine96)	330PF
99	liaison Auteuil-St Cloud - Lot 1	G	166	1996-1997	1200	3,74	Craie	Lovat	310PF
100	Sydney Airport Link-Australie	B	166	1997-1999	5500	10,80	Alluvions,schistes, argiles et sables	Herrenknecht	330PF
101	Adler Tunnel-Suisse	B	173	1995-1998	4260	12,58	marnes argileuses, gypse	Herrenknecht	220PF
102	Galerie de délestage collecteur OUEST de Casablanca-Maroc	G	173	1998-2000	4324	12 m <sup>2</sup>	marnes, grès et quartzites	Westfalia (8 machines)	111AT
103	KCR 320 (hong kong)	B	180	2000-2001	2*1840	8,75	granite,arennes granitiques et sables, alluvions silto-argileuses	NFM	350 PF
104	Metro de Lille - Ligne 2 - section F	B	180	1993-1996	2100	7,78	tuufeuau supoérieur et argiles de Louvil	FCB	330 PF
105	Metro de Copenhagen - Tronçon 1	B	180	1998-2001	564+571	5,78	calcaires et bancs de silex	NFM	340 PF
106	Metro de Copenhagen - Tronçon 2	B	180	1998-2001	2898+2874	5,78	calcaires et bancs de silex	NFM	340 PF
107	Metro de Copenhagen - Tronçon 3	B	180	1998-2001	3769+3794	5,78	calcaires et bancs de silex	NFM	340 PF
108	Liaison Cachan Charenton - Lot 2	G	182	1998-2000	1982	7,08	argiles plastiques ,fausses glaises, sables et marno-calcaires	Lovat	310 PF
109	Prolongement EP Kellermann - 1ère tranche	G	182	1998	492	2,54	Marno-calcaires de St Ouen	Lovat	310 PF
110	Prolongement EP Kellermann - 2ème tranche	G	182	1998	496	2,54	Marno-calcaires de St Ouen	Lovat	310 PF
111	Prolongement EP Kellermann - 3ème tranche	G	182	1999-2000	812	2,54	Marno-calcaires de St Ouen et sables de Beauchamp	Lovat	310 PF
112	Ru de Marivelle	G	182	1998-2000	1330	5,14	craies plus ou moins altérées	Herrenknecht	330 PF
113	Tunnel VL Est A 86 - Tronçon 1	A	184	2000-2003	4532	11,40	Argiles, marnes ,sables et calcaires	Herrenknecht	350 PF
114	Tunnel du Groene Hart (NL)	B	184	2001-2003	7160	14,87	tourbes ,argiles et sables	NFM	330 PF



## CLASSIFICATION AITES SELON LE TYPE D'OUVRAGE

A : tunnels routiers - B : tunnels ferroviaires - C : métros - D : galeries hydroélectriques -  
 E : galeries pour centrales thermiques et nucléaires - F : galerie hydrauliques - G : émissaires et collecteurs  
 H : galeries techniques - I : puits descenderies - J : stockages souterrains - K : mines -

Type de soutènement	FAMILLE	CATEGORE	TYPE
SANS : 100	Machine à attaque ponctuelle : 110	Haveuse rotative : 111	à axe longitudinal 111 AL
			à axe transversal 111 AT
	Tunnelier à appui radial ou gripeur : 120	Haveuse non rotative : 112	à godet 112GO
			ripeur ou pics 112RP
			à brise roche 112BR
	Aléseur : 130		à pleine face 120PF
un ou deux étages 130PF			
LATERAL : 200	Bouclier mécanisé ouvert	à appui radial 210	à pleine face 210PF
		à appui longitudinal 220	à pleine face 220PF
		à appui ponctuelle 220AP	à attaque ponctuelle 220AP
		à appui mixte (radial et longitudinal) 230	à pleine face 230PF
LATERAL ET FRONTAL : 300	Bouclier mécanisé fermé	à soutènement mécanique 310	à pleine face 310PF
		à attaque ponctuelle 310AP	à attaque ponctuelle 310AP
		à confinement d'air comprimé 320	à pleine face 320PF
		à attaque ponctuelle 320AP	à attaque ponctuelle 320AP
		à confinement de boue 330	à pleine face 330PF
		à confinement de terre 340	à pleine face 340PF
		à confinement mixte 350	
mode ouvert et confinement de terre 351PF	à pleine face 351PF		
mode ouvert et confinement de boue 352PF	à pleine face 352PF		
à confinement de terre et de boue 353PF	à pleine face 353PF		

## AITES CLASSIFICATION ACCORDING TO TUNNEL TYPE

A: Road tunnels – B: Rail tunnels – C: Metro tunnels - D: Hydropower tunnels – E: Fossil fuelled and nuclear power plant tunnels –  
 F: Water tunnels – G: Sewers – H: Technical tunnels – I: Shafts and adits – J: Underground storage – K: Mines

Type of Support	Group	Category	Type of Machine	
NONE 100	Boom type tunnelling machine 110	Roadheader 111	In-Line cutter 111AL	
			Transverse cutter 111AT	
	Main beam TBM 120	Digger type 112	Backhoe bucket 112GO	
			Ripper or pick 112RP	
			Hydraulic impact breaker 112BR	
			Full face 120PF	
Tunnel reaming machine 130		One- or two-stage 130PF		
PERIPHERAL 200	Open face shield TBM	Gripper shield 210	Full face 210PF	
		Segmental shield 220	Full face 220PF	
		Partial face 220AP	Partial face 220AP	
		Double shield (gripper & segmental) 230	Full face 230AP	
PERIPHERAL & FRONTAL 300	Closed face shield TBM	Mechanical support 310	Full face 310PF	
			Partial face 310AP	
		Compressed air shield 320	Full face 320PF	
			Partial face 320AP	
		Slurry shield 330	Full face 330PF	
		Earth pressure balance machine EPBM 340	Full face 340PF	
		Mixed face shield 350	Open mode & EPBM 351PF	Full face 351PF
			Open mode & slurry confinement 352PF	Full face 352PF
Earth pressure balance & slurry 353PF	Full face 353PF			