

SCHEMA DES CARRIERES DU LOIRET

DOCUMENT 3 – Cartes et annexes

Annexes cartographiques du SDC 45 :

- A1 - Carte des matériaux
- A2 - Carte des enjeux environnementaux
- A3 - Carte de la zone d'exclusion des carrières du SAGE Val Dhuy Loiret
- A4 - Carte des zones d'accès privilégié au gisement, à l'échelle du département et à l'échelle des SCoT
- A5 - Carte et liste des carrières du Loiret

Annexes techniques et méthodologiques du SDC 45 :

- A6 - Note relative à la gestion des autorisations en lit majeur
- A7 - Notes relatives à la détermination du niveau des nappes et à l'estimation des pertes par évaporation
- A8 - Note relative à la définition de l'espace de mobilité
- A9 - Note relative à la définition du lit majeur
- A10 - Fiche – méthode relative au réaménagement des carrières
- A11 - Guide technique pour les réaménagements à vocation agricole
- A12 - Méthode de calcul d'un Indice de Biodiversité des Carrières (IBC) en région Centre

Annexes réglementaires et d'orientations nationales (disponibles sur demande, auprès de la DREAL Centre-Val de Loire) :

- A13 - Disposition 1D du SDAGE Loire-Bretagne 2010-2015, relative aux carrières en lit majeur
- A14 - Stratégie Nationale pour la Gestion Durable des Granulats Terrestres et Marins (mars 2012)
- A15 - Livre Blanc de l'Union Nationale des Producteurs de Granulats (mai 2011)

Études réalisées dans le cadre de l'élaboration du schéma (disponibles sur demande, auprès de la DREAL Centre-Val de Loire) :

- A16 - Rapport d'élaboration de la carte des ressources en matériaux de la région Centre (BRGM)
- A17 - Étude sur le recyclage des déchets inertes dans le BTP (CER-BTP)
- A18 - Étude sur le potentiel d'emploi des matériaux du Loiret (CETE)
- A19 - Étude économique sur l'approvisionnement du département en matériaux (UNICEM)
- A20 - Étude de la biodiversité des carrières du Cher et du Loiret (DREAL Centre)

1. Annexes Cartographiques du SDC 45

- A1 - Carte des matériaux
- A2 - Carte des enjeux environnementaux
- A3 - Carte de la zone d'exclusion des carrières du SAGE Val Dhuy Loiret
- A4 - Carte des zones d'accès privilégié au gisement, à l'échelle du département et à l'échelle des SCoT
- A5 - Carte et liste des carrières du Loiret

Planche 7 : Carte des ressources en matériaux du département du Loiret Elaborée dans le cadre de la révision des Schémas Départementaux des Carrières

BRGM - Février 2011

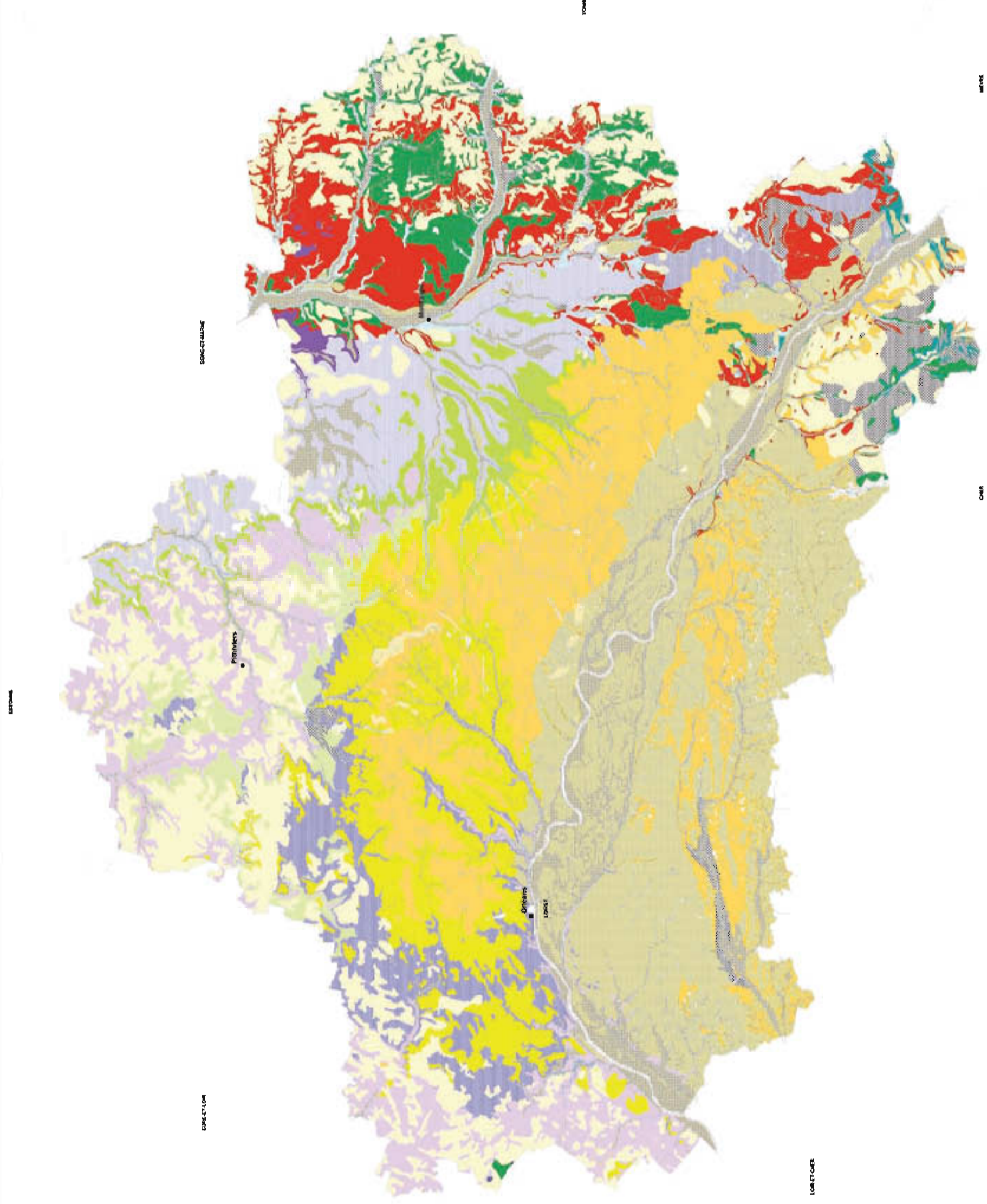
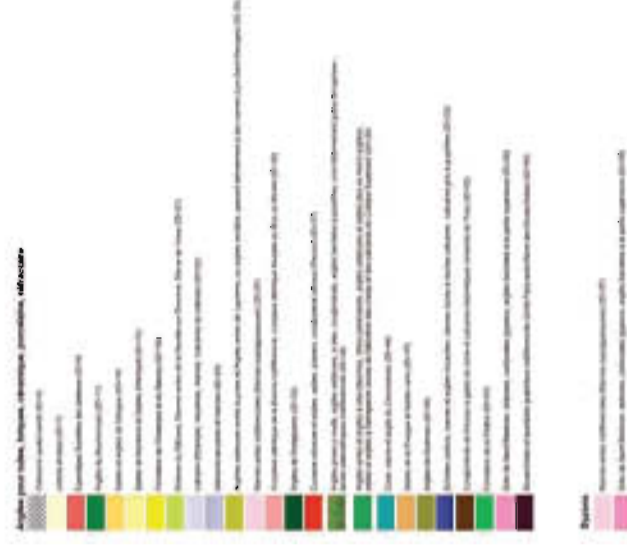
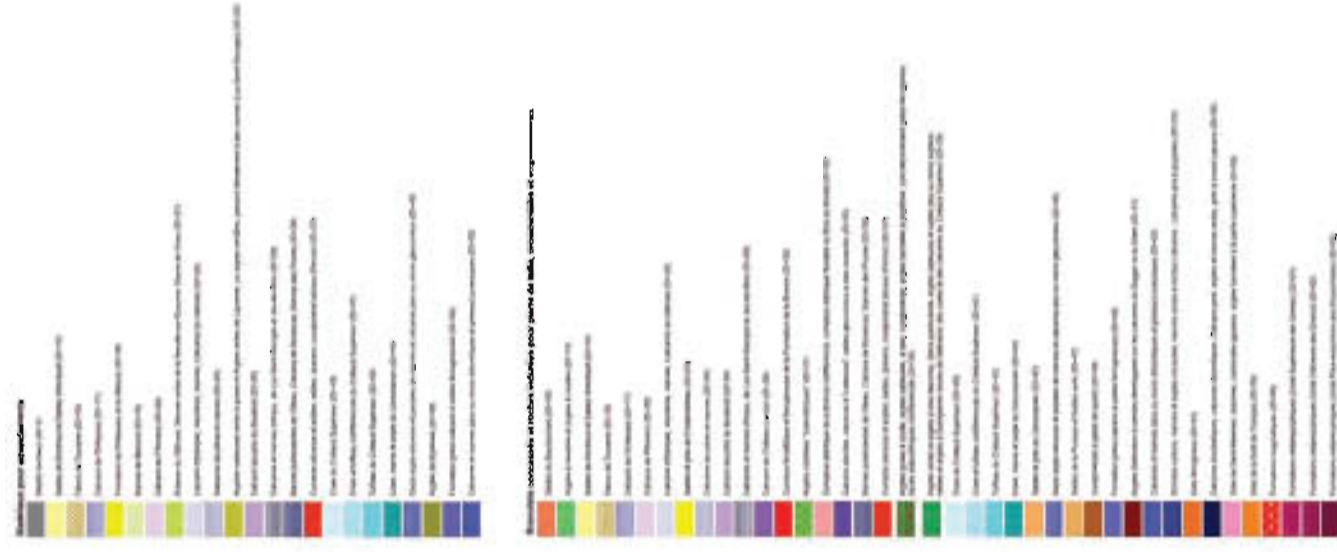


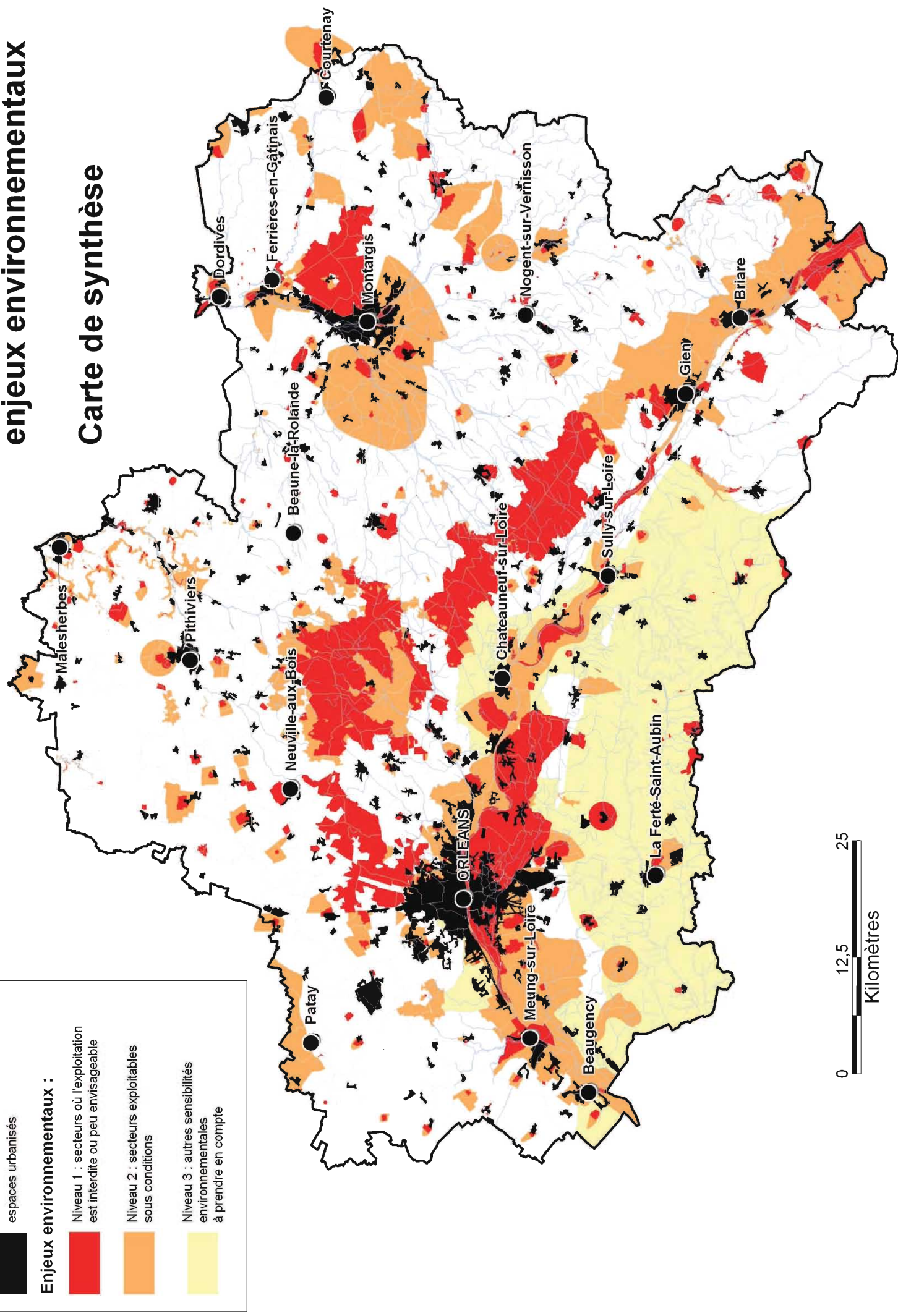
Planche 8 : Légende des cartes des ressources en matériaux de la région Centre et des départements du Cher, de l'Eure-et-Loir, de l'Indre, de l'Indre-et-Loire, du Loir-et-Cher et du Loiret
Elaborée dans le cadre de la révision des Schémas Départementaux des Carrières

BRGM - Février 2011



Répartition géographique des enjeux environnementaux

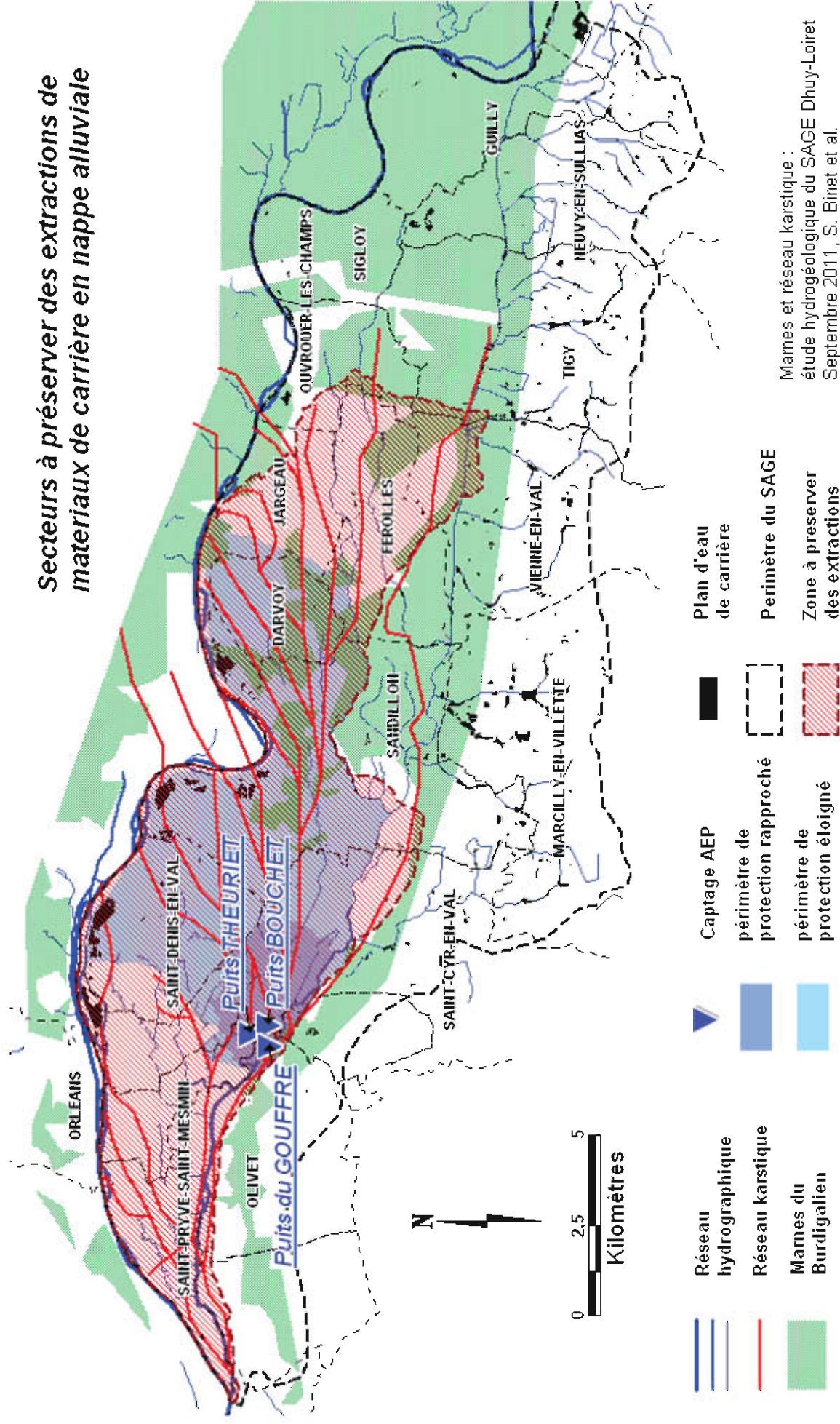
Carte de synthèse



	Enjeux	État des connaissances reportées sur la carte de synthèse C = Cartographié NC = Non cartographié ND = Non Défini	Niveau 1 : Secteurs où l'exploitation est interdite ou peu envisageable		Niveau 2 : Secteurs exploitables sous conditions		Niveau 3 : autres sensibilités environnementales à prendre en compte
			Secteur	Conditions - Précisions	Secteur	Conditions	
Protection du patrimoine paysager et architectural	Sites classés et inscrits (Code de l'Environnement)	C	Sites classés	autorisation spéciale délivrée par le ministre chargé des sites	Sites inscrits	avis du Chef du STAP	
	Périmètres de protection des Monuments Historiques classés et inscrits (Code du Patrimoine)	C	Par défaut, rayon de 500m autour du monument classé	avis du Chef du STAP	Par défaut, rayon de 500m autour du monument inscrit	avis du Chef du STAP	
	Zones de présomption des prescription archéologique	NC			X	après réalisation des fouilles archéologiques si elles sont prescrites	
	Aires de mise en Valeur de l'Architecture et du Patrimoine (AVAP et ex-ZPPAUP)	C	X	voir règlement. L'avis du Chef du STAP est requis			
	Sites UNESCO	NC			X	Compatibilité avec l'état de conservation de la valeur universelle exceptionnelle du site ; Compatibilité avec le plan de gestion	Zone tampon
Protection de la Ressource en Eau	Périmètres de protection des captages AEP	NC	Périmètres de protection immédiats et rapprochés	les extractions sont en principe interdites dans les périmètres de protection immédiats et rapprochés (voir arrêté de prescription lié au captage AEP)	Périmètres de protection éloignés	selon arrêté de prescription lié au captage AEP A minima une tierce expertise d'un hydrogéologue agréé est exigée	
	Captages AEP sans périmètre de protection	NC			X	expertise d'un hydrogéologue agréé sur demande de l'ARS	
	Bassins d'alimentation des captages « Grenelles »	C					Compatibilité avec le programme d'action relatif aux pollutions diffuses
	Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Loire Bretagne : lits majeurs des cours d'eau (1D-2)	NC			cf. note régionale de définition du lit majeur	Extractions de matériaux dans la limite des quotas départementaux définis par le SDAGE	
	Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux Val Dhuy - Loiret	C	cf. carte de l'article 6 du règlement du SAGE	La création de carrières n'est plus possible dans la zone d'influence des captages AEP d'Orléans.			
	Gestion quantitative de l'eau : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) et Zone de Répartition des Eaux (ZRE)	NC					Nappe de Beauce et bassin des cours d'eau tributaires : prélèvements d'eau dans la limite du volume prélevable pour l'usage industriel
Préservation des cours d'eau et maîtrise des risques naturels	Lit mineur (Arrêté du 22 septembre 1994 relatif aux exploitations de carrières)	NC	X	Les extractions y sont interdites. Distance minimale séparant les limites de l'extraction des limites du lit mineur : 10 m pour les cours d'eau largeur inférieure à 7,5 m ; 50 m sinon.			
	Espace de mobilité fonctionnel (Arrêté du 22 septembre 1994 relatif aux exploitations de carrières)	NC	X	Les extractions y sont interdites. Voir note régionale relative à la délimitation de l'espace de mobilité			
	Zone d'aléas des PPRI	C	X	L'implantation des carrières peut être proscrite dans les zones d'aléa fort des PPRI. Voir règlement.	X	Des conditions d'implantation peuvent être prescrites dans certaines zones d'aléa. Voir règlement	
	Zones inondables hors PPRI	NC	zone d'écoulement de vitesse > à 1m/s	implantation de carrières à proscrire (article 11.2 de la circulaire du 2 juillet 1996)	autres zones inondables	conditions de stockage des matériaux (article 11.2 de la circulaire du 2 juillet 1996)	

		Enjeux	État des connaissances reportées sur la carte de synthèse C = Cartographié NC = Non cartographié ND = Non Défini	Niveau 1 : Secteurs où l'exploitation est interdite ou peu envisageable		Niveau 2 : Secteurs exploitables sous conditions		Niveau 3 : autres sensibilités environnementales à prendre en compte
				Secteur	Conditions - Précisions	Secteur	Conditions	
Protection des milieux naturels et de la Biodiversité	Zones protégées réglementairement	Arrêtés Préfectoraux de Protection de Biotope (APB)	C	X	L'exploitation de carrières est en principe interdite (voir l'arrêté)			
		Réserves Naturelles Nationales (RNN)	C	X	L'exploitation de carrières est en principe interdite (voir décret de classement)			
		Réserves Naturelles Régionales (RNR, dont ex RNV)	C	X	L'exploitation de carrières est en principe interdite (voir l'acte ou le décret de classement)			
		Zones Humides d'Intérêt Environnemental Particulier (ZHIEP) Zones Humides stratégiques pour la Gestion de l'Eau (ZSGE)	ND	ZHIEP	quand elles seront délimitées	ZSGE	quand elles seront délimitées	
		Zones pré identifiées Stratégie nationale de Création des Aires Protégées (SCAP)	NC	X	à terme : APB, RNN et RNR			
		Réserves de Chasse et de Faune Sauvage	C	X	L'exploitation de carrières est en principe interdite (voir l'arrêté)			
	Zones protégées par maîtrise et/ou gestion du foncier	Espaces Naturels Sensibles (ENS)	C	ENS existants	Espaces naturels aménagés pour l'accueil du public	Zones de préemption du Département		
		Conservatoire d'Espaces Naturels de la Région Centre	C	X				
		Forêts publiques soumises au régime forestier	C	Forêts domaniales		Autres forêts soumises (communales et territoriales)	Distraction du régime forestier ; Autorisation de défrichement avec boisements compensatoires.	
		Forêts privées	NC			X	Autorisation de défrichement avec boisements compensatoires.	
	Zones protégées par le droit du sol	Espaces boisés classés des POS/PLU	NC	X	Défrichement interdit			
		Zones N des PLU ou des POS	NC			X	La révision du PLU ou du POS est nécessaire	
	Zones de d'importance écologique particulière	Réseau Natura 2000 Zones Spéciales de Conservation (ZSC) : habitats, flore, faune hors oiseaux ; Zones de Protection Spéciale (ZPS) : oiseaux.	C	ZSC "Site à chauves-souris de l'est du Loiret" ZSC "Lande à Genévriers de Nogent-sur-Vernisson" ZSC "Coteaux calcaires ligériens entre Ouzouer-sur-Loire et Briare"	L'état de conservation des espèces et des milieux d'intérêt patrimonial ayant justifié la désignation de ces sites de faible superficie est directement impacté par l'implantation de carrières.			En raison de sa très grande superficie, et de l'absence, dans certains secteurs, de milieux et d'espèces d'intérêt patrimonial, la ZSC « Sologne » apparaît parmi les enjeux de niveau 3.
						Autre ZPS et ZSC	En site natura 2000 l'étude d'impact se doit d'être précise sur la cartographie des habitats/habitats d'espèces et espèces. Nécessité de réaliser des prospections spécifiques selon les espèces en tenant compte des pratiques scientifiques en vigueur (période adéquat, durée d'inventaire, méthodologie, etc.)	
		Zones Naturelles d'Intérêt Faunistique et Floristique (ZNIEFF)	C	ZNIEFF de type 1	L'état de conservation des espèces et des milieux ayant justifié la désignation de ces sites de faible superficie est directement impacté par l'implantation de carrières.	ZNIEFF de type 2		
		Trame Verte et Bleue (TVB)	NC	Déclinaison de la TVB dans les PLU et les SCoT	Voir le règlement du PLU ou le document d'orientation général du SCoT	Déclinaison de la TVB dans les PLU et les SCoT	Voir le règlement du PLU ou le document d'orientation général du SCoT	Déclinaison de la TVB dans les PLU et les SCoT
espaces agricolesPréservation des	Zones Agricoles Protégées (ZAP)	C	X	toute modification du mode d'exploitation du sol est soumise à l'avis conforme de la chambre d'agriculture et de le la CDOA.				
	Zones d'appellation d'origine contrôlée (AOC)	C			X	soumis à l'avis de l'INAO Nota : les AOC viticoles font l'objet d'un classement à l'échelle de la parcelle cadastrale.		
	Zones A des PLU et des POS	NC			X	s'il n'existe pas de sous-secteur qui autorise explicitement les carrières : - Révision du PLU ou du POS nécessaire ; - Avis de la CDCEA.		
	Autres terres cultivées ou cultivables (communes soumises au RNU, ...)	NC					soumis à l'avis de la CDCEA	

Secteurs à préserver des extractions de matériaux de carrière en nappe alluviale



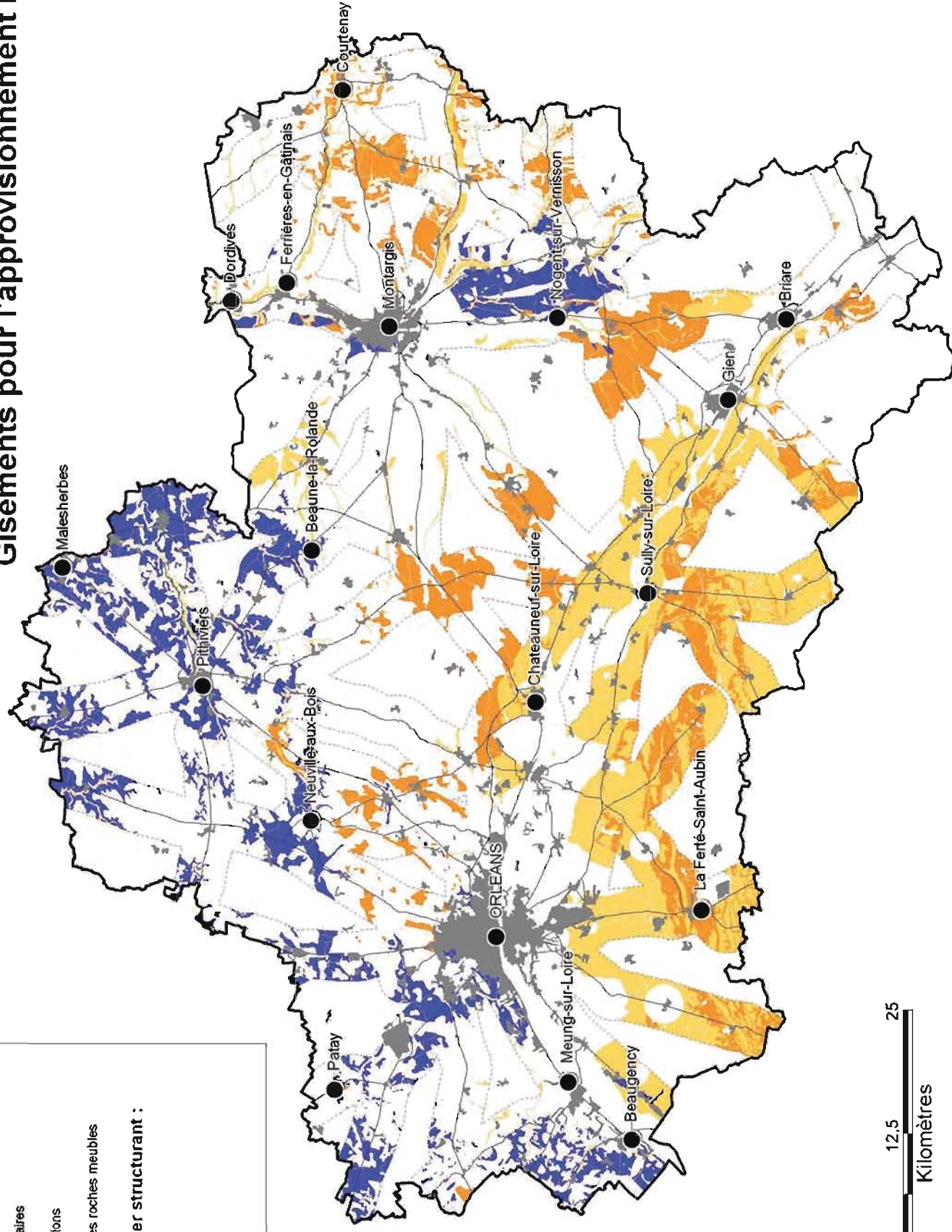
Marnes et réseau karstique :
étude hydrogéologique du SAGE Dhuy-Loiret
Septembre 2011, S. Binet et al.

Gisements de matériaux :

	Calcaires
	Alluvions
	Autres roches meubles

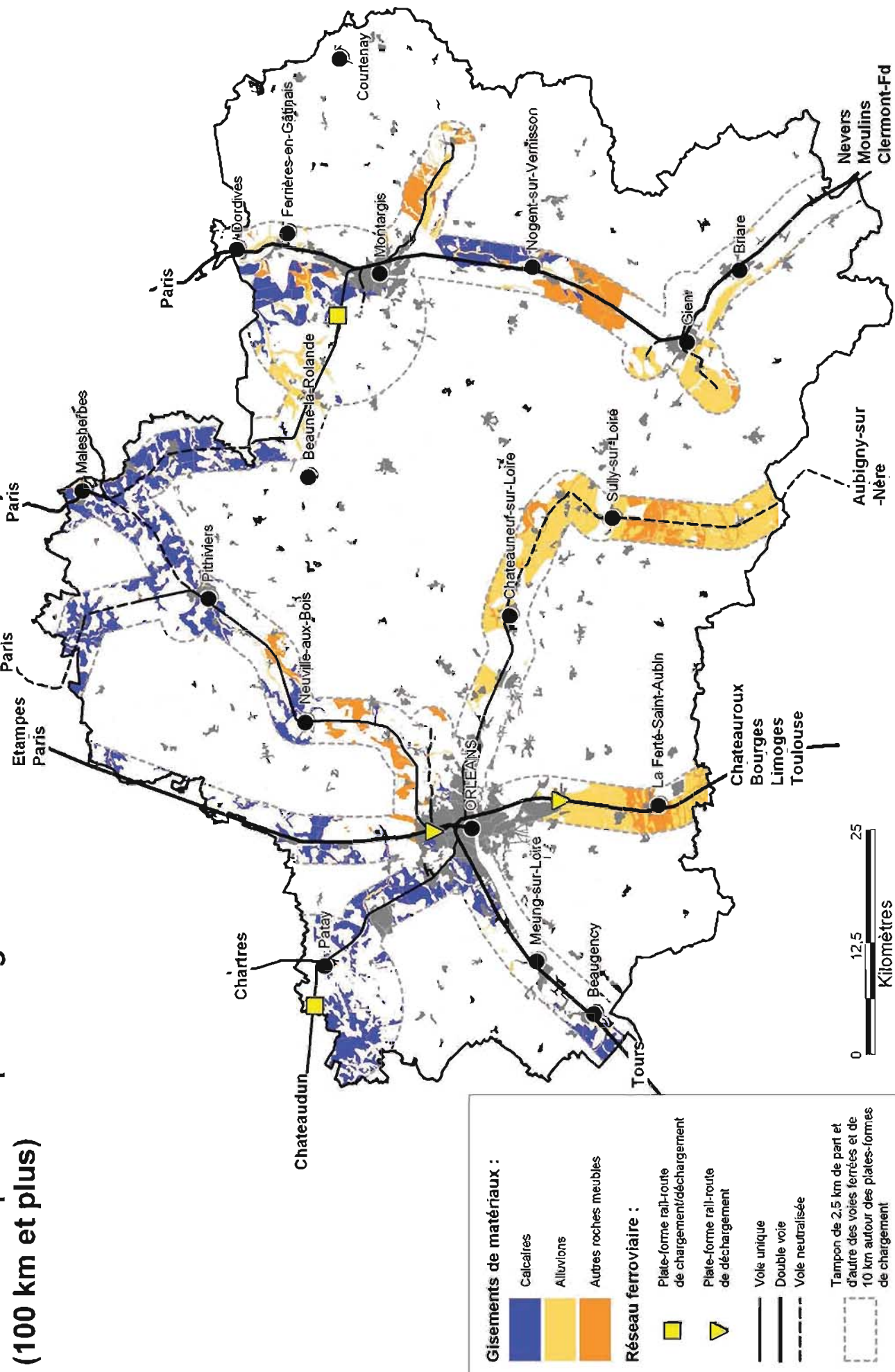
Reseau routier structurant :





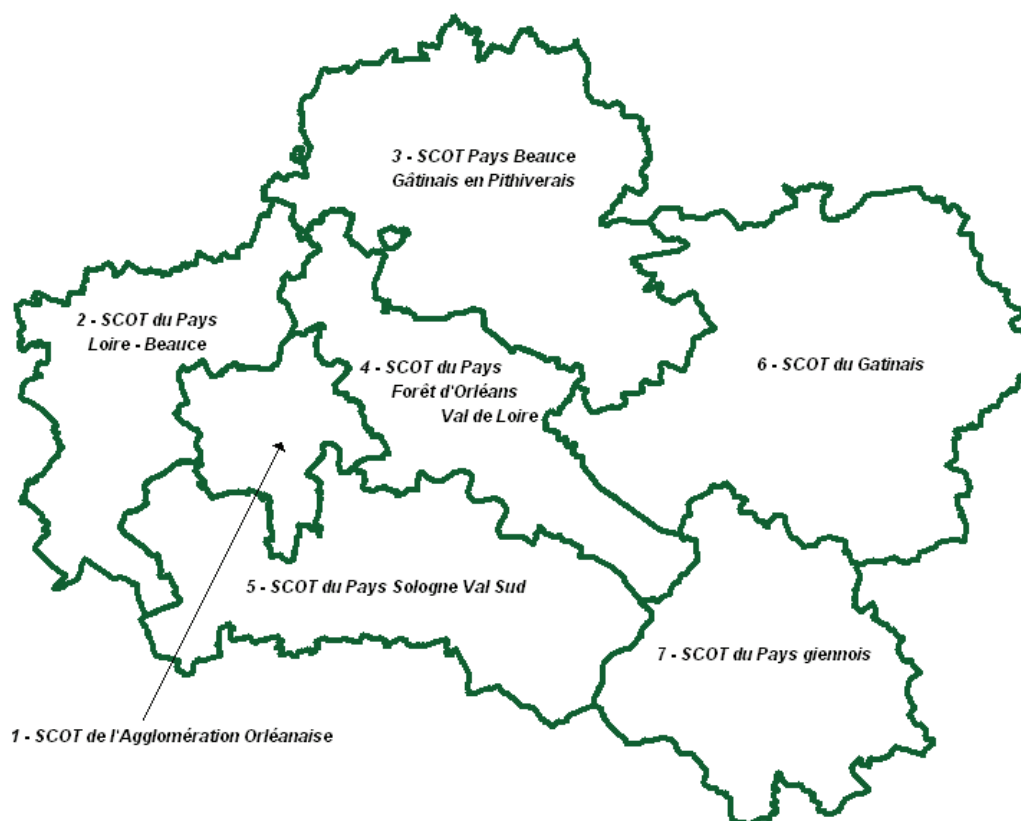
A horizontal scale bar labeled "Kilomètres" at the bottom. It has three major tick marks labeled "0", "12,5", and "25" from left to right. The bar is divided into segments by these marks, with the first segment (0 to 12,5) being the longest and the last segment (12,5 to 25) being the shortest.

Zones d'accès privilégié aux gisements : Gisements pour l'export longue-distance (100 km et plus)



Zones d'accès privilégié aux gisements présentes sur le territoire des 7 SCoT approuvés ou en cours d'élaboration dans le département du Loiret

- 1 – SCoT de l'agglomération orléanaise ;
- 2 – SCoT du Pays Loire – Beauce ;
- 3 – SCoT du Pays Beauce – Gâtinais en Pithiverais ;
- 4 – SCoT du Pays Forêt d'Orléans – Val de Loire ;
- 5 – SCoT du Pays Sologne – Val Sud ;
- 6 – SCoT du Gâtinais ;
- 7 – SCoT du Pays giennois.



Gisements de matériaux

- Calcaires
- Alluvions
- Autres roches meubles

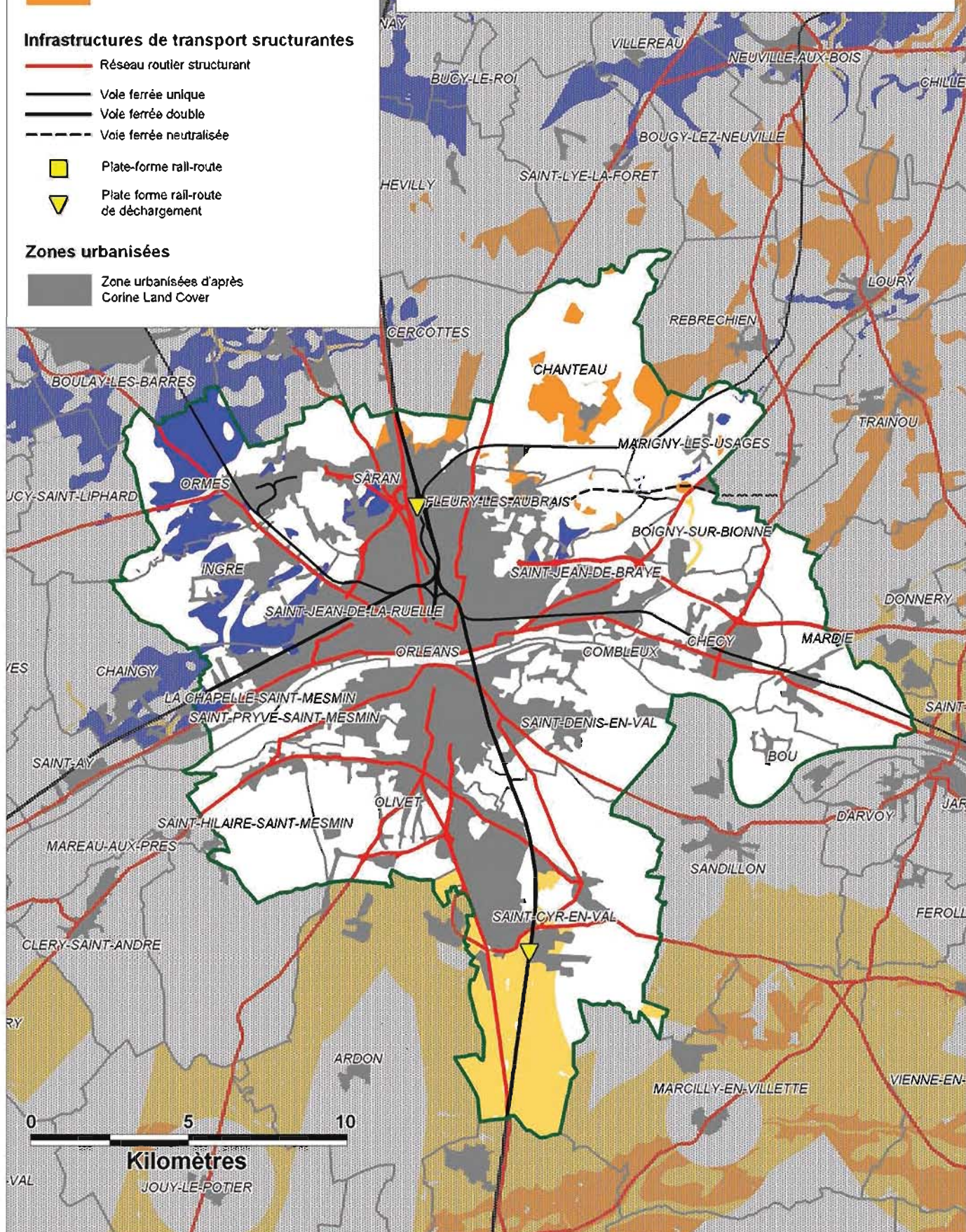
Infrastructures de transport structurantes

- Réseau routier structurant
- Voie ferrée unique
- Voie ferrée double
- Voie ferrée neutralisée
- Plate-forme rail-route
- Plate forme rail-route de déchargement

Zones urbanisées

- Zone urbanisées d'après Corine Land Cover

Zones d'accès privilégié aux gisements situées dans le périmètre du SCoT de l'agglomération orléanaise

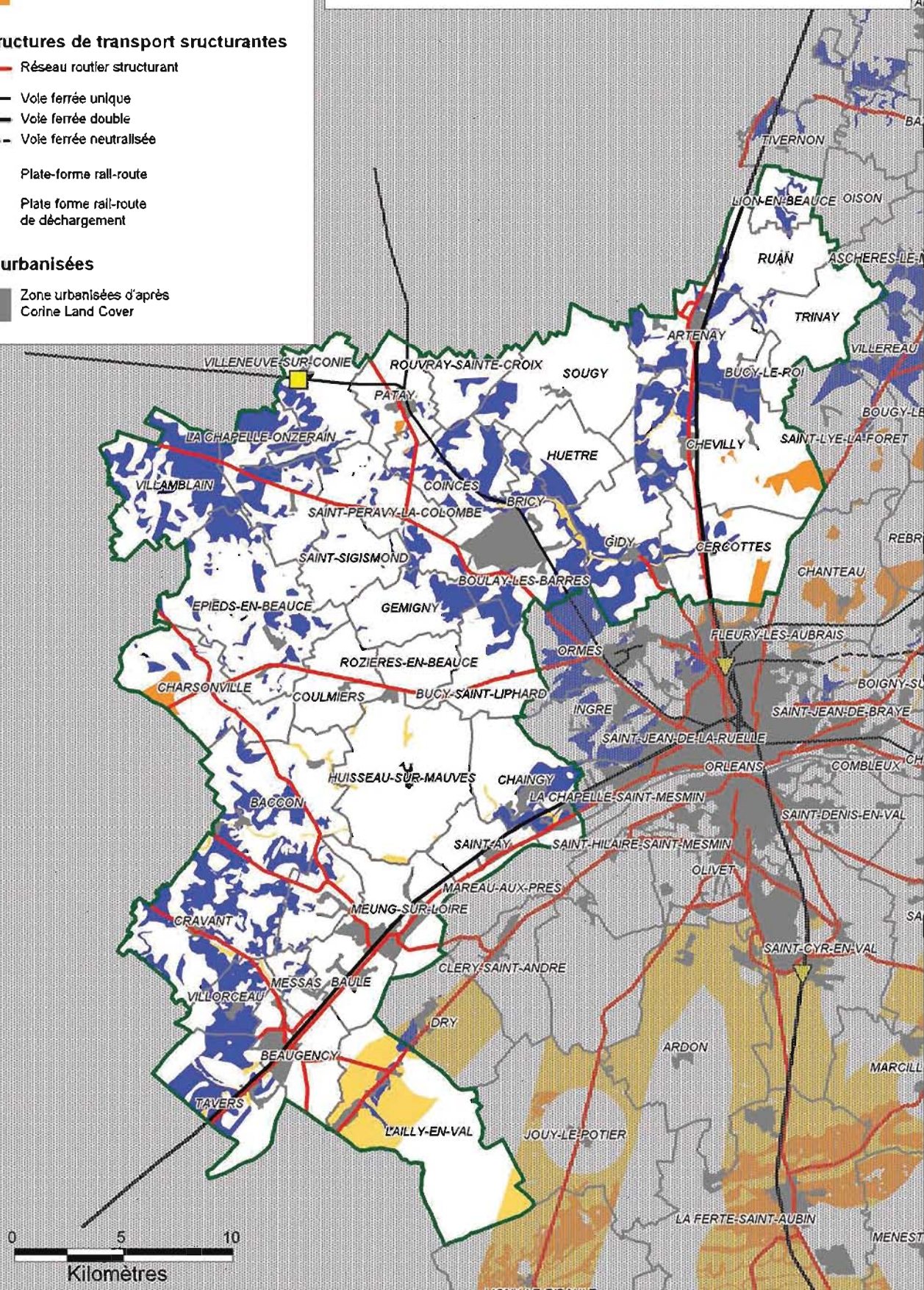


-  Calcaires
-  Alluvions
-  Autres roches meubles

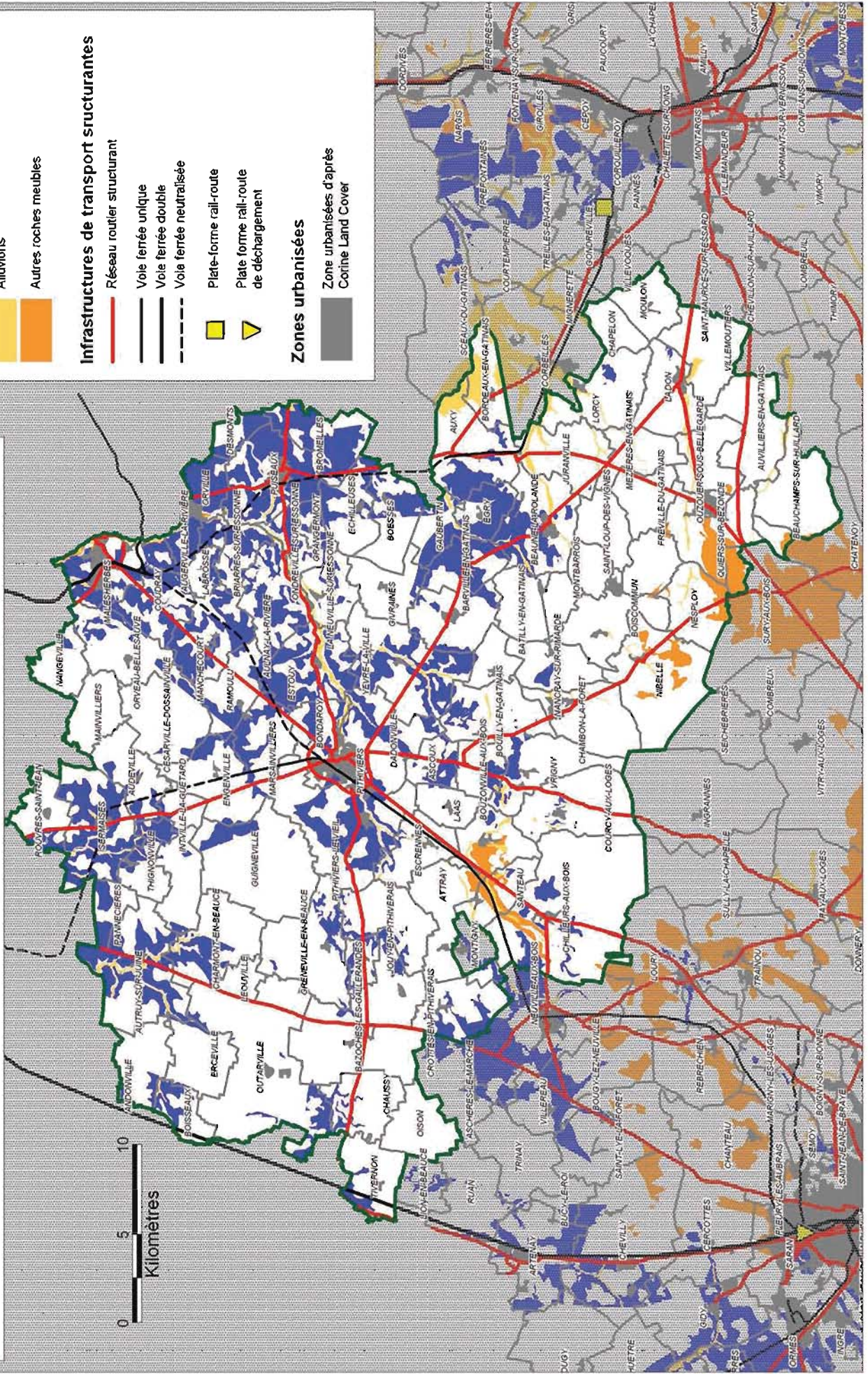
 Réseau routier structurant
 Voie ferrée unique
 Voie ferrée double
 Voie ferrée neutralisée
 Plate-forme rall-route
 Plate forme rall-route de déchargement

Zone urbanisées d'après
Corine Land Cover

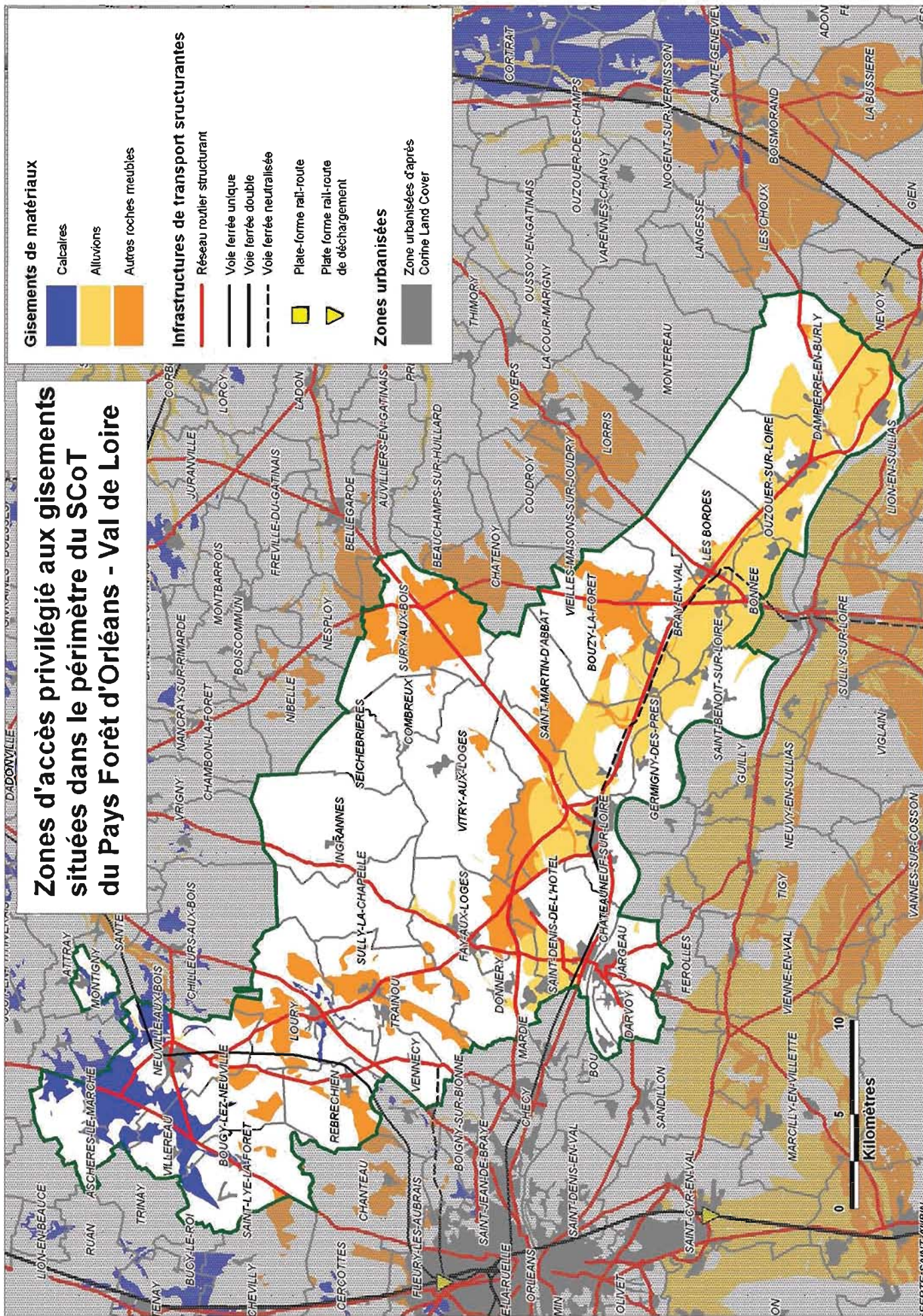
Zones d'accès privilégié aux gisements situées dans le périmètre du SCoT du Pays Loire - Beauce



Gisements de matériaux



Zones d'accès privilégié aux gisements situées dans le périmètre du SCOT du Pays Forêt d'Orléans - Val de Loire



[illegible]

LES BORDS





Gisements de matériaux

- Calcaires
- Alluvions
- Autres roches meubles

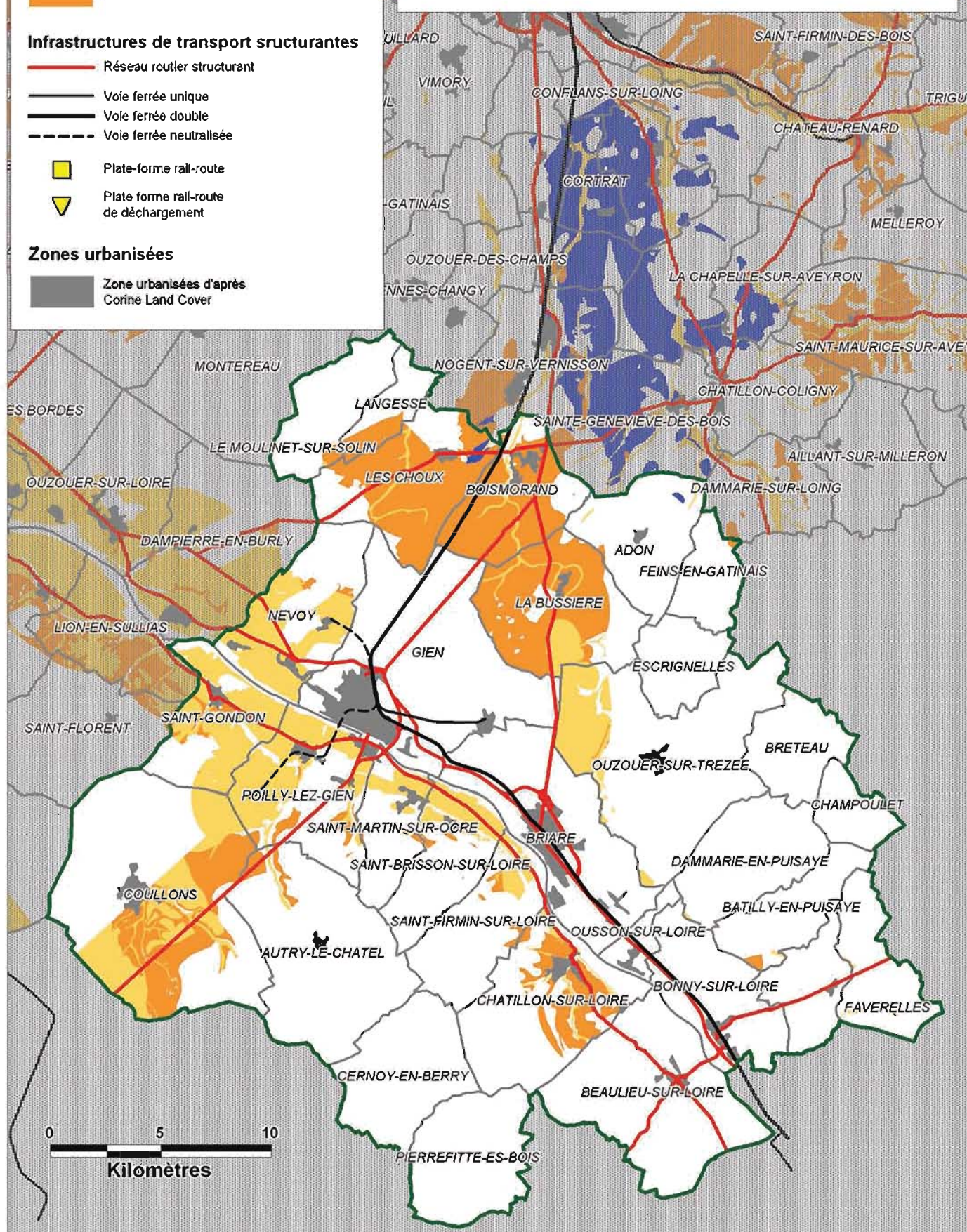
Infrastructures de transport structurantes

- Réseau routier structurant
- Voie ferrée unique
- Voie ferrée double
- Voie ferrée neutralisée
- Plate-forme rall-route
- Plate forme rail-route de déchargement

Zones urbanisées

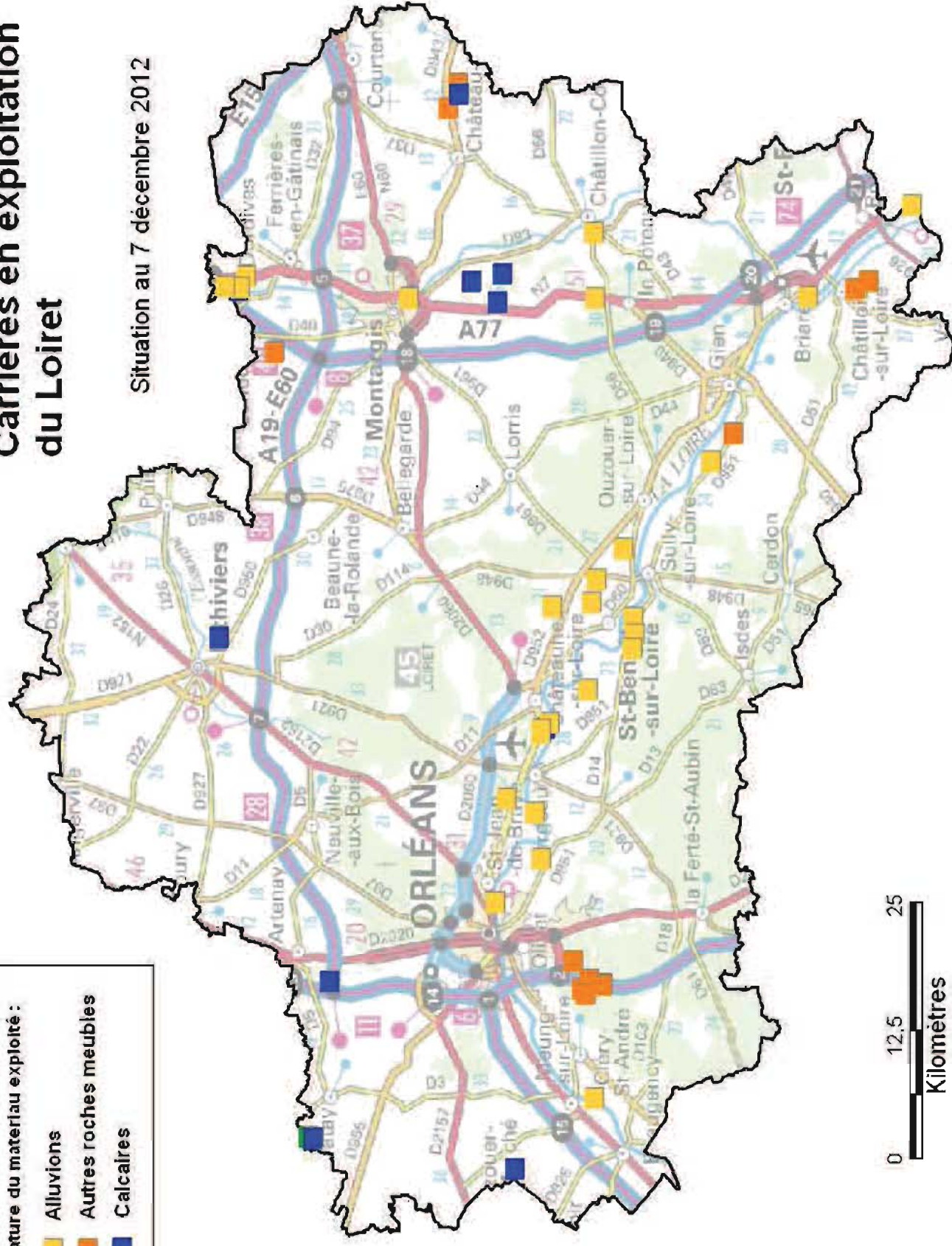
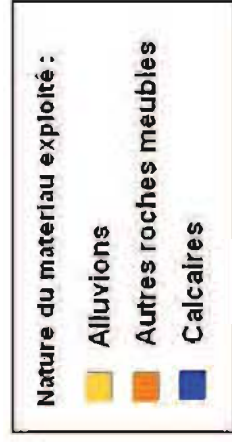
- Zone urbanisées d'après Corine Land Cover

Zones d'accès privilégié aux gisements situées dans le périmètre du SCoT du Pays giennois



Carrières en exploitation du Loiret

Situation au 7 décembre 2012



Carrières autorisées dans le Loiret au 01/01/2014 :

COMMUNE	EXPLOITANT	SURFACE (ha)	ARRETE	ECHEANCE	MATERIAU	Production maximale (t/an)
JARGEAU	LIGERIEENNE GRANULATS	63,01	08/06/1999	08/06/2029	Sables et graviers	450 000
SANDILLON	CEMEX GRANULATS	64,08	06/07/2005	06/07/2029	Sables et graviers	400 000
DORDIVES « Camping »	LAFARGE GRANULATS	36,93	19/07/2011	19/07/2019	Sables et graviers	300 000
BONNEE	CEMEX GRANULATS	40,05	13/08/2010	13/08/2025	Sables et graviers	260 000
DRY	S.G.O.	58,85	20/02/1991	20/02/2016	Sables et graviers	250 000
ST BENOIT/LOIRE	SNB	68,68	09/05/2012	09/05/2027	Sables et graviers	150 000
BRIARE	CEMEX GRANULATS	34,99	25/04/2001	30/09/2015	Sables et graviers	120 000
ST GONDON	CIMENT ROUTE	8,4	04/06/2013	04/06/2018	Sables et graviers	12 000
DORDIVES « Nançay »	LAFARGE GRANULATS	19,34	19/07/2011	19/07/2021	Sables et graviers	11 000
BEAULIEU/LOIRE	DECHERF	6,86	31/10/2001	31/10/2021	Sables et graviers	10 000
SULLY/LOIRE	HOLCIM GRANULATS	76,44	20/12/2004	20/12/2017	Sables et graviers	450 000
FERRIERES EN GATINAIS	LAFARGE GRANULATS	19,85	07/08/2007	07/08/2015	Sables et graviers	350 000
GUILLY	SCBV	39,37	20/07/2010	20/07/2025	Sables et graviers	300 000
MARDIE	LIGERIEENNE GRANULATS	61,92	28/03/2011	28/03/2036	Sables et graviers	180 000
NEUVY EN SULLIAS	LIGERIEENNE GRANULATS	27,84	12/07/2006	02/10/2024	Sables et graviers	150 000
CHATEAUNEUF/LOIRE	LIGERIEENNE GRANULATS	26,13	20/06/1995	20/06/2015	Sables et graviers	250 000
STE GENEVIEVE DES BOIS	CIMENT ROUTE	52,42	23/08/2006	23/08/2021	Sable rouge	300 000
MEZIERES LEZ CLERY	LES SABLES DE MEZIERES	39,83	17/02/2009	17/02/2029	Sable rouge	220 000
ARDON	PERRIN	25	04/11/2003	04/11/2018	Sable rouge	200 000
ARDON « La Guérinière »	LIGERIEENNE GRANULATS	30,79	02/11/1999	02/11/2014 *	Sable rouge	175 000
CHATILLON/LOIRE	ROLAND	3,2	10/02/2009	10/02/2019	Sable rouge	150 000
ARDON « Les Marchais Timon »	LIGERIEENNE GRANULATS	4,12	18/02/2009	18/02/2014*	Sable rouge	100 000
DOUCHY	PLAISANCE	6,13	28/10/2003	28/10/2018	Sable rouge	90 000
STE GENEVIEVE DES BOIS	COLAS CENTRE OUEST	16,94	09/02/2006	12/11/2016	Sable rouge	80 000
CHATILLON/LOIRE	DECHERF	5,39	09/04/2003	09/04/2033	Sable rouge	50 000
ST GONDON	COLAS CENTRE OUEST	13,52	29/05/2012	29/05/2042	Sable rouge	50 000
BOUZY LA FORET	EUROVIA CENTRE LOIRE	8,99	28/06/2005	28/06/2015	Sable rouge	35 000
CHATILLON/LOIRE	COLAS CENTRE OUEST	3,02	29/05/2012	29/05/2042	Sable rouge	10 000
LIGNY LE RIBAUT	DE BAUDUS	1,86	29/04/2005	29/04/2035	Argile	1 000
BACCON	CEMEX GRANULATS	113,24	23/10/1997	23/10/2027	Calcaire	1 000 000
PREFONTAINES	ROLAND	56,63	15/09/2005	15/09/2024	Calcaire	1 000 000
VILLENEUVE/CONIE	SMB	69,13	13/08/2007	12/08/2028	Calcaire	480 000
VILLENEUVE/CONIE	MOREAU	124,63	31/07/2007	31/07/2037	Calcaire	350 000
CORTRAT « Les Sablons »	CIMENT ROUTE	30,8	18/04/2007	18/04/2037	Calcaire	260 000
DADONVILLE	SAVIA	44,1	28/06/2002	28/06/2017	Calcaire	220 000
TRIGUERES « La Poussetière »	BARDAT	4,85	14/06/1999	14/06/2014	Calcaire	100 000
CORTRAT « Les Terres de Cortrat »	CIMENT ROUTE	21,08	06/05/2008	06/05/2028	Calcaire	82 500
TRIGUERES « La Tour de Bourges »	BARDAT	3,26	20/05/2008	20/05/2018	Calcaire	25 000



Lit majeur



Alluvions



Autres
sables




Calcaires

* : Renouvellement de l'autorisation d'exploiter en cours d'instruction

Source : DREAL Centre-Val de Loire 2013

2. Annexes techniques et méthodologiques du SDC 45

- A6 - Note relative à la gestion des autorisations en lit majeur
- A7 - Notes relatives à la détermination du niveau des nappes et à l'estimation des pertes par évaporation
- A8 - Note relative à la définition de l'espace de mobilité
- A9 - Note relative à la définition du lit majeur
- A10 - Fiche – méthode relative au réaménagement des carrières
- A11 - Guide technique pour les réaménagements à vocation agricole
- A12 - Méthode de calcul d'un Indice de Biodiversité des Carrières (IBC) en région Centre

	<p align="center">Fiche de lecture du SDAGE Loire-Bretagne 2010-2015</p>	<p align="center">Orléans, le 27/10/2011</p>
<p>Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement du Centre</p>		

DISPOSITION 1D-2

**Application du principe de réduction des extractions
de granulats alluvionnaires en lit majeur :**

**procédure de gestion des autorisations
pour atteindre l'objectif de réduction de 4% par an
à l'échelle de la région Centre**

Document validé par le Comité de l'Administration Régionale
du 14 décembre 2011

Sommaire :

1. CONTEXTE REGLEMENTAIRE	3
2. DISPOSITIFS D'AJUSTEMENT DES AUTORISATIONS AU SEIN DU DEPARTEMENT	5
3. PEREQUATION INTERDEPARTEMENTALE DES QUOTAS D'EXTRACTION.....	6
4. ORGANIGRAMME DE MISE EN ŒUVRE DES DISPOSITIFS D'AJUSTEMENT ET DE PEREQUATION.....	8
5. LEXIQUE :.....	10

1. Contexte réglementaire

Le SDAGE Loire-Bretagne 2010-2015, approuvé le 18 novembre 2009, instaure un ensemble de dispositions visant à **limiter et encadrer les extractions de matériaux de carrières en lit majeur**. En particulier, y sont détaillés :

- les exigences spécifiques aux projets de carrière en lit majeur relatives au contenu des études d'impact (disposition 1D-1) ;
- **une procédure de réduction des extractions en lit majeur, qui fait l'objet du présent document** (disposition 1D-2) ;
- les cas défavorables d'implantation en lit majeur (disposition 1D-5) ;
- les prescriptions spécifiques aux projets de carrière en lit majeur à prendre en compte dans les arrêtés d'autorisation (disposition 1D-6).

1.1 L'objectif de décroissance des extractions en lit majeur :

La disposition 1D-2 fixe un **objectif régional** de décroissance des extractions de matériaux alluvionnaires en lit majeur (-4 % par an), qui doit être **mis en œuvre par une gestion appropriée des autorisations d'exploiter délivrées par les préfets de département** :

« L'objectif de réduction des extractions de granulats est de 4 % par an, mesurée par rapport aux arrêtés d'autorisation en cours à l'échelle de la région.

Pour mettre en œuvre cet objectif, chaque préfet de département s'assure que les autorisations qu'il accorde respectent ce taux de décroissance dans son département »¹

Des quotas annuels d'extraction (IGAB, indice granulats autorisables), diminués progressivement d'une année à l'autre, sont fixés au niveau régional. Ils sont calculés sur la base de l'ensemble des tonnages annuels autorisés dans les arrêtés d'autorisation en vigueur dans la région (IGA, indice granulats autorisés), pour l'année de référence (au 1^{er} janvier 2005).

$$IGAB_{n+1} = (1 - 0,04.(n-2005)).IGA_{2005}$$

En pratique, des indices IGAB et IGA départementaux sont définis sur le même principe, et l'objectif de décroissance est suivi à l'échelle départementale. Les quotas des six départements sont fixés dès à présent, et ce jusqu'à la limite de validité du SDAGE en vigueur (2015).

Aucune nouvelle autorisation en lit majeur ne peut être délivrée dans un département si l'IGA est supérieur à l'IGAB.

L'objectif premier est bien ainsi d'inciter les carriers à sortir progressivement du lit majeur en recherchant dès la conception de leur projet de carrière ou de renouvellement des gisements hors du lit majeur.

¹ SDAGE Loire-Bretagne 2010-2015, approuvé le 18 novembre 2009. Disposition 1D-2, p.24

1.2 Modalités d'ajustement de l'objectif de décroissance :

Le SDAGE ouvre cependant la possibilité d'activer des dispositifs permettant une application plus souple de la règle de décroissance, et plus adaptée aux besoins spécifiques des territoires, **dans les strictes limites de l'objectif de décroissance régional** :

« Dans l'hypothèse d'une demande d'exploitation qui, au niveau du département, ne respecterait pas cette décroissance, le préfet de département réduit les quantités d'extraction annuelle ou s'assure avec les autres préfets de la région du respect de cette disposition au niveau régional. »¹

Par ailleurs, le SDAGE prévoit que l'impact économique de la mise en œuvre de l'objectif de décroissance soit suivi par des observatoires régionaux des matériaux de carrière :

« les observatoires régionaux des matériaux de carrières (...) devront permettre de vérifier l'impact de la réduction des extractions de granulats sur l'approvisionnement des marchés et les risques de pénurie (...). Ces observatoires associeront à leur travaux, au moins, des représentants de la professions, de l'Etat (DREAL, Agence de l'Eau Loire-Bretagne) et des représentants des associations. »

L'objet du présent document est de proposer une procédure concertée de gestion, des quotas d'extraction à l'échelle régionale, permettant d'atteindre les objectifs du SDAGE tout en satisfaisant au mieux les besoins en matériaux des territoires.

La démarche à suivre, en cas d'insuffisance avérée des quotas disponibles dans un département, et s'il reste des quotas disponibles au niveau régional, consiste à examiner, **dans l'ordre suivant**, les possibilités énoncées ci-dessous :

- A l'initiative d'un pétitionnaire déposant un dossier :
 1. Proposer une réduction des quantités maximales demandées ;
 2. Proposer une réduction des quantités maximales autorisées sur les autres sites du pétitionnaire dans le département ;
- A l'initiative d'un pétitionnaire (dans le cas où les deux procédures précédentes sont insuffisantes), ou d'une fédération de producteurs / d'utilisateurs de matériaux de carrières, ou de l'Etat, ou d'une collectivité territoriale ;

Sur avis de l'observatoire des matériaux, dans le cas où une carence en granulats alluvionnaire est identifiée et reconnue sur tout ou partie du territoire régional :

 3. Proposer une réduction des maximums autorisés de l'ensemble des arrêtés du département (ou d'un sous ensemble géographique pertinent : une vallée, ...) **en concertation avec les autres exploitants du département** ;
 4. Solliciter, en dernier recours, un transfert interdépartemental de quotas **en concertation avec les exploitants de la région** , soumis à l'approbation des CDNPS concernées.
- Ces 4 dispositifs sont détaillés dans les parties suivantes.
- Pour estimer la pertinence d'un des 4 dispositifs d'ajustement par rapport à un projet de carrière, une liste de critères est annexée à ce document.
- Les indices IGA et IGAB départementaux et régionaux sont accessibles via Internet, à l'adresse suivante : <http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr/carrieres-en-region-centre-r110.html>

2. Dispositifs d'ajustement des autorisations au sein du département

Lorsqu'une demande d'autorisation est incompatible avec l'objectif de décroissance à l'échelle du département (c.-à-d. IGA > IGAB à l'année de délivrance de l'autorisation), plusieurs modalités d'ajustement peuvent être examinées, dans l'ordre suivant :

- **La réduction de la quantité annuelle maximale d'extraction demandée par le carrier (option 1).**
Beaucoup de carriers demandent un plafond maximum très supérieur à leur capacité ou à leurs besoins réels d'extraction. A titre d'exemple, le tableau ci-dessous est extrait du dossier de demande de renouvellement de l'autorisation d'exploitation d'une sablière sur le Cher :

Nature	Tonnage moyen	Tonnage maximum
Tonnage tout venant autorisé (arrêté de 1998)	60 000 t/an	65 000 t/an
Tonnage tout venant extrait (2006-2008)	36 500 t/an	45 400 t/an
Demande de tonnage autorisé (nouvel arrêté)	60 000 t/an	65 000 t/an

A l'époque, cette demande a été acceptée en l'état. Avec la mise en place de quotas d'extraction, il convient d'octroyer les maximums annuels d'extraction de manière beaucoup plus économe.

Cette économie de quotas doit porter en premier lieu sur les demandes de renouvellement : l'exploitant et l'Administration disposent alors d'un historique permettant d'ajuster de manière plus fiable les tonnages autorisés aux capacités réelles d'extraction.

→ Dans le cadre d'un dépôt de dossier, un dialogue doit être établi en ce sens entre le pétitionnaire et l'Unité Territoriale de la DREAL (UT) en charge de l'instruction du projet de carrière, le plus en amont possible. Le pétitionnaire propose alors un ajustement de sa demande.

- **La réduction des quantités annuelles maximales d'extraction d'une ou plusieurs carrières d'un même groupe (option 2).** Réduire les quantités maximales annuelles autorisées d'une ou plusieurs exploitations existantes permet d'augmenter la marge entre IGA et IGAB au niveau du département. Dans le cas où le pétitionnaire exploite déjà des carrières alluvionnaires en lit majeur dans le département, il paraît plus pragmatique de faire porter prioritairement une éventuelle réduction des maximums d'extraction sur les carrières de ce groupe.

→ Dans le cadre d'un dépôt de dossier, un dialogue doit alors être établi en ce sens entre le pétitionnaire et l'UT-DREAL en charge du dossier. Le pétitionnaire propose alors un plan de réduction du maximum autorisé dans ses arrêtés en vigueur dans le département. Cette option doit être décrite dans son dossier de demande d'autorisation et les demandes de modification des arrêtés préfectoraux des sites concernés par la réduction doivent être transmis en parallèle à la demande d'autorisation. Par sécurité pour le pétitionnaire, la demande d'autorisation pour le projet de carrière et la demande de réduction consentie sur les autres sites doivent être approuvées simultanément en CDNPS.

- **La réduction des quantités annuelles maximales à l'échelle d'un sous-bassin (option 3).** Il peut s'avérer pertinent de faire porter la réduction des tonnages autorisés sur l'ensemble des exploitations d'un sous-bassin du département, défini sur la base de critères environnementaux, dans les SDC notamment. Il peut s'agir par exemple d'une vallée ayant subi de fortes extractions et où les enjeux de préservation sont importants. Conformément aux objectifs du SDAGE, cette disposition permettrait de réduire l'impact des extractions en lit majeur prioritairement dans les zones à enjeux.

La disposition 1D-2 du SDAGE peut justifier la réduction par les préfets de département des quantités d'extraction annuelles figurant dans les arrêtés d'autorisation. Il est donc envisageable de saisir la CDNPS pour étudier la possibilité de réviser les arrêtés en vigueur sur un secteur géographique cohérent, en appliquant un critère de réduction des tonnages maximums autorisés identique pour tous les arrêtés.

→ Dans le cadre d'un dépôt de dossier, le pétitionnaire propose un scénario de réduction des quotas à l'échelle d'un sous-bassin pertinent, issu d'une concertation préalable avec les autres exploitants concernés.

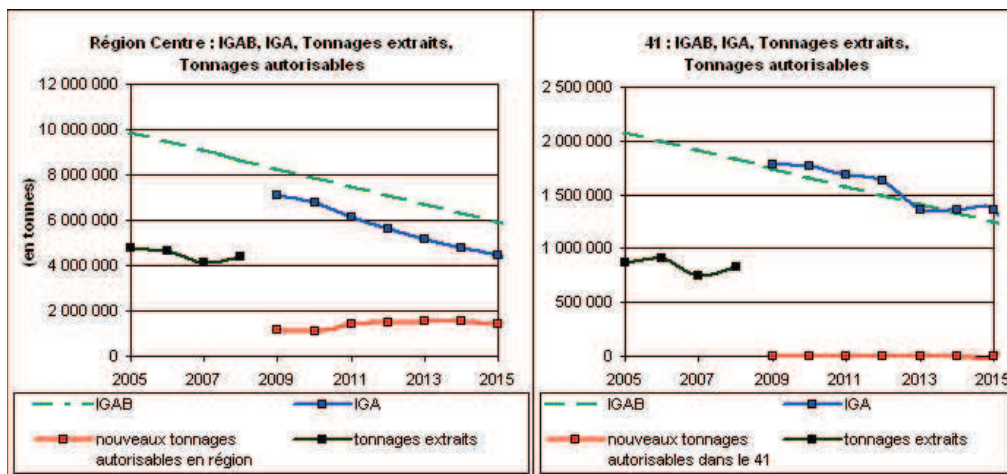
→ Ce dispositif peut aussi être activé directement à la demande d'une fédération d'exploitants ou de consommateurs de matériaux de carrières, de l'Etat ou d'une collectivité dans le cadre des séances plénières de l'observatoire régional des granulats du SDAGE.

Dans tous les cas, la mise en œuvre d'un tel dispositif est soumise à l'avis de l'observatoire régional des granulats du SDAGE. En particulier, la nécessité d'un tel ajustement pour l'approvisionnement du territoire doit être établie.

Deux critères de réduction peuvent être envisagés :

- la réduction du maximum autorisé de chaque arrêté d'un pourcentage fixé ;

- la réduction du maximum autorisé de chaque arrêté d'une valeur correspondant à un pourcentage fixé de la différence entre le tonnage maximum autorisé et le tonnage moyen autorisé.
- **La réduction des quantités annuelles maximales à l'échelle du département (option 4).** L'importante marge fréquemment observée dans les arrêtés d'autorisation de carrière entre les volumes extraits et les volumes autorisés s'observe également aux niveaux départemental et régional. En 2005, dans les six départements de la région Centre, la somme des extractions effectives représente environ la moitié de l'ensemble des volumes autorisés (10 Mt autorisées pour 5 Mt extraites sur l'ensemble de la région).



En 2005 : IGAB et IGA sont proches du double du tonnage extrait, en région comme en département

La disposition 1D-2 du SDAGE peut justifier la réduction par les préfets de département des quantités d'extraction annuelles figurant dans les arrêtés d'autorisation. Il est donc envisageable de saisir la CDNPS pour étudier la possibilité de réviser les arrêtés en vigueur dans le département, en appliquant un critère de réduction des tonnages maximums autorisés identique pour tous les arrêtés.

→ Dans le cadre d'un dépôt de dossier, le pétitionnaire propose un scénario de réduction des quotas à l'échelle du département, issu d'une concertation préalable avec les autres exploitants concernés.

→ Ce dispositif peut aussi être activé directement à la demande d'une fédération d'exploitants ou de consommateurs de matériaux de carrières, de l'Etat ou d'une collectivité dans le cadre des séances plénières de l'observatoire régional des granulats du SDAGE.

Dans tous les cas, la mise en œuvre d'un tel dispositif est soumise à l'avis de l'observatoire régional des granulats du SDAGE. En particulier, la nécessité d'un tel ajustement pour l'approvisionnement du territoire doit être établie.

Deux critères de réduction peuvent être envisagés :

- la réduction du maximum autorisé de chaque arrêté d'un pourcentage fixé ;
- la réduction du maximum autorisé de chaque arrêté d'une valeur correspondant à un pourcentage fixé de la différence entre le tonnage maximum autorisé et le tonnage moyen autorisé.

3. Péréquation interdépartementale des quotas d'extraction

Si les tonnages supplémentaires requis sont tels que les dispositifs départementaux d'ajustement décrits précédemment s'avèrent insuffisants, il peut être envisagé de procéder à une péréquation interdépartementale des quotas d'extractions en faveur d'un des 6 départements.

Le SDAGE indique que la décision d'activer un processus de transfert de quotas entre un ou plusieurs départements **relève de la responsabilité du préfet du département demandeur de quotas** (Cf. partie « *contexte réglementaire* »).

→ Dans le cas d'un dépôt de dossier, deux cas de figure se présentent, selon que le pétitionnaire exploite ou non des gisements alluvionnaires en lit majeur dans d'autres départements de la région Centre. Deux leviers d'actions peuvent donc être envisagés :

- **La réduction des quantités annuelles maximales d'extraction des exploitations d'un même groupe localisées dans des départements voisins (option 5).** Dans le cas où le pétitionnaire exploite déjà des carrières alluvionnaires en lit majeur dans la région, il paraît plus pragmatique de faire porter

prioritairement une éventuelle réduction des maximums d'extraction sur les carrières de ce groupe. Une négociation en ce sens doit alors être entreprise avec le carrier. La marge libérée par un exploitant dans un département (réduction des maximums d'extraction, donc de l'IGA) pourrait ainsi lui être réaffectée dans un autre département. Le pétitionnaire propose donc en ce sens un plan de réduction des maximums autorisés dans ses arrêtés en vigueur en région. Cette option doit être décrite dans son dossier de demande d'autorisation et les demandes de modification des arrêtés préfectoraux des sites concernés par la réduction doivent être transmis en parallèle à la demande d'autorisation.

L'aboutissement de ce transfert dépend nécessairement :

- de la légitimité de l'opération sur les plans économiques et environnementaux : la mise en œuvre d'un tel dispositif est soumise à l'avis de la DREAL et de l'observatoire régional des granulats du SDAGE. En particulier, la nécessité d'un tel ajustement pour l'approvisionnement du territoire doit être établie ;
- de l'approbation des différents acteurs des territoires concernés : CDNPS des départements débiteurs, CDNPS du département crédité.

Par sécurité pour le pétitionnaire, la procédure d'instruction de la demande d'autorisation et la procédure de réduction des maximums d'extraction des arrêtés en vigueur doivent être menées simultanément, de manière à ce que l'aboutissement de l'une conditionne l'aboutissement de l'autre.

- **La réduction de l'IGAB d'un ou de plusieurs départements au profit d'un autre (option 6).**

Comme précédemment, l'aboutissement de ce transfert dépend nécessairement :

- de la légitimité de l'opération sur les plans économiques et environnementaux : la mise en œuvre d'un tel dispositif est soumise à l'avis de la DREAL et de l'observatoire régional des granulats du SDAGE. En particulier, la nécessité d'un tel ajustement pour l'approvisionnement du territoire doit être établie ;
- de l'approbation des différents acteurs du territoire concernés : CDNPS des départements débiteurs, CDNPS du département crédité.

Le pétitionnaire ne peut présenter un tel scénario dans le cadre de l'instruction de son dossier que si celui-ci a fait l'objet d'un **consensus préalable auprès de la profession.**

→ Un transfert interdépartemental de quotas peut aussi être opéré directement à la demande d'une fédération d'exploitants ou de consommateurs de matériaux de carrières, de l'Etat ou de collectivités dans le cadre des séances plénières de l'observatoire régional des granulats du SDAGE. Sa mise en œuvre est soumise à l'avis de l'observatoire régional des granulats du SDAGE. En particulier, la nécessité d'un tel ajustement pour l'approvisionnement du territoire doit être établie.

Dans tous les cas, lorsqu'un transfert interdépartemental est approuvé, un projet de péréquation est établi sur avis de l'observatoire (choix des départements créditeurs et estimation des quantités transférées), et finalisé par la DREAL Centre. Le transfert de quotas proposé est enfin validé (ou refusé) par la CDNPS du département crédité et la (ou les) CDNPS du (ou des) département(s) débiteur(s). La CDNPS du département débiteur doit donner un avis favorable et le préfet du département débiteur doit donner son accord par écrit au transfert de quotas.

4. Organigramme de mise en œuvre des dispositifs d'ajustement et de péréquation

4.1. Insertion de la procédure de mise en compatibilité d'un projet de carrière avec l'objectif de décroissance du SDAGE dans le cadre de l'instruction d'une demande

La procédure administrative classique d'instruction des demandes d'autorisation pour un projet de carrière prévoit une consultation de la DREAL très en amont.

Si le projet n'est pas compatible en l'état avec l'objectif de décroissance du SDAGE et si une simple modification de la demande (option 1) ne permet pas de rendre le projet compatible avec cet objectif de décroissance et que le pétitionnaire souhaite maintenir son projet, il doit examiner, dans l'ordre, les options 2, 3, 4, 5 et 6 décrites précédemment et proposer l'option la plus adaptée.

A l'occasion de **l'examen de recevabilité du dossier**, la DREAL examine la complétude et la régularité du dossier au regard des textes applicables et **fait part au pétitionnaire des éventuelles faiblesses de son dossier**, de manière à ce qu'il puisse revoir sa demande avant le lancement de la procédure d'enquête publique. La DREAL vérifie alors, entre autres, le respect de la disposition 1D-1 du SDAGE relative au contenu de l'étude d'impact, et estime la compatibilité du projet avec l'objectif de réduction des extractions en lit majeur du SDAGE (disposition 1D-2).

A l'issue de **l'examen de recevabilité**, la DREAL **informe le préfet** quant aux modalités envisagées par le pétitionnaire pour mettre son projet en conformité avec les objectifs de réduction des extractions en lit majeur du SDAGE. L'avis de l'autorité environnementale reprend ces éléments.

Un dossier non-compatible avec les quotas disponibles, et qui ne propose aucune mesure d'ajustement valable et suffisante, pourra faire l'objet d'une non recevabilité.

Pour qu'un dossier d'autorisation puisse aboutir favorablement et dans des délais raisonnables, le pétitionnaire doit ainsi proposer lors du dépôt de son dossier les modalités de respect de la disposition 1D-2 du SDAGE. **La proposition faite doit avoir fait l'objet d'un consensus avec la profession :**

- pour les options 3 et 4, l'accord des exploitants concernés par les réductions des quantités autorisées dans les arrêtés préfectoraux doit être formellement obtenu (courrier d'accord) ;
- pour les options 5 et 6, le transfert de quotas doit être validé par des représentants de la profession des départements concernés. Ceci peut se faire via l'avis de l'observatoire et l'avis des CDNPS, où les représentants locaux de la profession sont représentés.

A l'issue de l'enquête publique, une fois les observations du commissaire enquêteur et des services levées, l'observatoire des granulats se réunit pour donner son avis sur les options d'adéquation à la disposition 1D-2 du SDAGE proposées par le carrier si les options 3 à 6 sont envisagées.

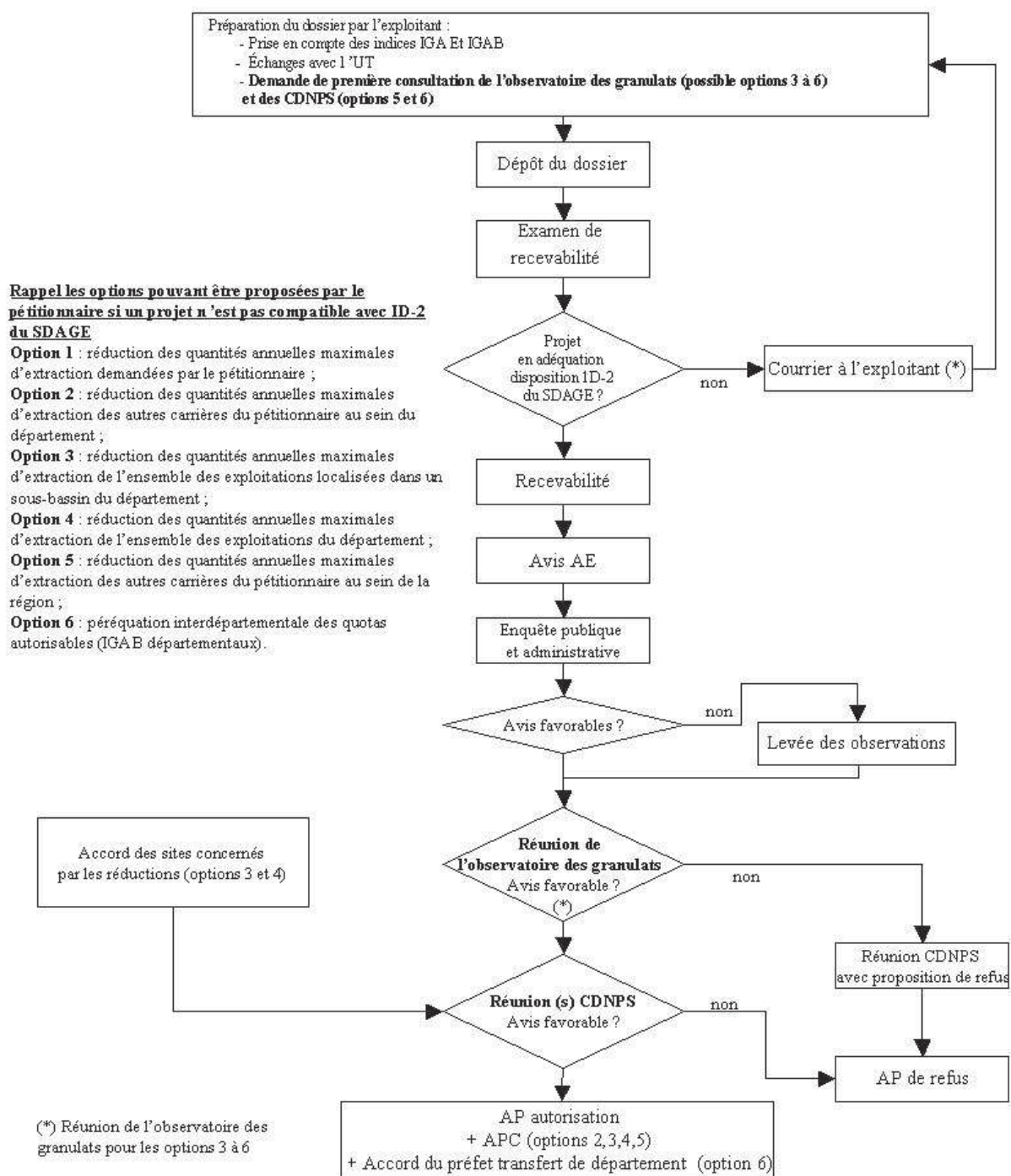
La DREAL présente alors son rapport en CDNPS en exposant la solution retenue et en présentant l'avis de l'observatoire des granulats.

Un allongement de la procédure globale d'autorisation est à prévoir, surtout dans le cas où un échange interdépartemental de quotas est envisagé.

La détection du risque d'incompatibilité au SDAGE en amont de la procédure doit permettre à l'ensemble des acteurs de se positionner et de se préparer afin que le carrier puisse présenter une solution d'adéquation lors du dépôt de son dossier de demande d'autorisation et éviter ainsi un allongement trop important des délais d'instruction.

Par ailleurs, si le carrier s'oriente vers les options 3 à 6, il peut solliciter, lors de la phase de préparation de son dossier une première consultation de l'observatoire des matériaux et des CDNPS des départements concernés par son projet.

4.2. Détail de la procédure de mise en compatibilité des projets de carrière avec l'objectif de décroissance du SDAGE



5. Lexique :

CDNPS :	Commission Départementale de la Nature, des Paysages et des Sites ;
DREAL :	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement ;
IGA :	Indice Granulat Autorisé ;
IGAB :	Indice Granulat Autorisable ;
SDAGE :	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux ;
SDC :	Schéma Départemental des Carrières ;
UT :	Unité Territoriale de la DREAL.

REGION CENTRE

Crédit photo : DIREN Centre

Crédit photo : DIREN Centre

Ressources, territoires et habitats
Énergie et climat
Prévention des risques
Développement durable
Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**

Exploitations de carrières en secteurs karstiques (craie et calcaire)

Note de doctrine commune

N° 2
août 2008



5, Av. Buffon – BP 6407 – 45064 Orléans cedex 2 6, rue Charles de Coulomb 45077 Orléans Cédex 02
tél : 02 38 49 91 91 tél : 02 38 41 76 00
<http://www.l.centre.ecologie.gouv.fr> <http://www.centre.drire.gouv.fr>

Préambule

Les demandes d'autorisation relatives à un projet d'exploitation de carrière en nappe sont exclues du champ d'application de la présente note.

Au sens de la présente note, l'exploitation d'une carrière est considérée comme étant réalisée hors d'eau lorsque le carreau est toujours à sec, sans pompage, quelles que soient les circonstances et la période de l'année.

Les enjeux environnementaux

Les nappes de calcaires et de craie sont, en région Centre, les plus sensibles aux pollutions de surface comme en témoignent leurs teneurs élevées en nitrates. Cette sensibilité est encore accrue par la dominance d'une perméabilité de fissures pouvant aller jusqu'à la karstification, ce qui favorise un transfert rapide des pollutions.

Il s'agit de protéger ces milieux notamment pour les raisons suivantes :

- La limitation naturelle de la capacité de production des aquifères profonds (Cénomanien, Albien...), bien protégés, nécessite de conserver ou de reconquérir la possibilité d'utiliser les premières nappes rencontrées à partir du niveau du sol pour l'alimentation de la population.
- La mise en œuvre de la directive cadre sur l'eau nécessite le respect d'objectifs précis : bon état chimique des eaux souterraines et non détérioration de l'état des masses d'eau utilisées actuellement ou dans le futur pour la consommation humaine, de manière à réduire le degré de traitement nécessaire à la production d'eau potable.

L'exploitation d'une carrière de craie ou de calcaire a notamment pour conséquences :

- la suppression de la couche la plus filtrante du sol et du sous-sol ;
- la réduction de la hauteur de la zone non saturée au-dessus du niveau de la nappe.

Ces différentes couches ralentissent notamment la vitesse de transfert des polluants vers les nappes augmentant pour certains d'entre eux leurs possibilités de dégradation (produits phytosanitaires...).

L'activité de la carrière induit donc une augmentation des risques de pollution de la nappe qu'il convient de limiter et compenser dans la mesure du possible notamment dans la phase de remise en état du site.

Le contexte réglementaire

L'arrêté ministériel du 22 septembre 1994 relatif aux exploitations de carrières et aux installations de premier traitement de matériaux de carrières fixe les prescriptions applicables. En particulier, son article 11.3 (exploitation dans la nappe phréatique) précise :

« Dans le cas où l'exploitation de la carrière est conduite dans la nappe phréatique, des mesures tendant au maintien de l'hydraulique et des caractéristiques écologiques du milieu sont prescrites. Le pompage de la nappe phréatique pour le décapage, l'exploitation et la remise en état des gisements de matériaux alluvionnaires est interdit, sauf autorisation expresse accordée par l'arrêté d'autorisation après que l'étude d'impact en a montré la nécessité »

Aussi, en l'absence de demande particulière du pétitionnaire appuyée par les éléments justificatifs de l'étude d'impact tels que rappelés ci-dessus, il y a lieu de considérer que l'exploitation est réalisée hors d'eau. Ceci implique de déterminer au préalable le niveau des plus hautes eaux au droit du projet.

Détermination du niveau des plus hautes eaux (NPHE)

L'étude d'impact doit idéalement intégrer un suivi piézométrique au droit du projet ou à proximité immédiate sur une période conseillée de 2 ans. La fréquence des mesures doit être adaptée au fonctionnement de la nappe concernée. Par exemple :

- deux fois par an pour la nappe des calcaires de Beauce (périodicité de 6 mois)
- une fois par mois pour la nappe des calcaires du Jurassique.

Une analyse critique des amplitudes observées, en comparant les niveaux relevés avec ceux d'un ou plusieurs piézomètres situés à proximité disposant de chroniques plus longues, doit permettre d'extrapoler le niveau des plus hautes eaux de la nappe au droit du site.

Lorsque la période de 2 ans ne peut être respectée, il conviendra au minimum de réaliser un relevé ponctuel du niveau de la nappe au droit du site. Comme précédemment, les données obtenues doivent être critiquées en les comparant à celles des piézomètres les plus proches. Le niveau des plus hautes eaux sera alors évalué au droit du site en retenant la plus grande amplitude observée sur les piézomètres voisins. Le résultat obtenu peut le cas échéant être nuancé sur la base d'une analyse fine des cartes piézométriques existantes.

NOTA :

- Tout niveau de nappe doit être raccordé au système national et indiqué en m NGF ;
- Les mesures des niveaux de la nappe doivent être réalisées selon la norme FD X 31-615 ;
- Les piézomètres doivent être réalisés selon la norme NF X 31-614 (1999).

Détermination de la cote du carreau de la carrière

Compte tenu de l'imprécision de la détermination du niveau des plus hautes eaux et de la possibilité de connaître dans le futur des niveaux plus élevés que les maximaux observés, il est proposé de maintenir le carreau de la carrière au minimum au moins 1 m au-dessus de ce niveau.

En fonction des conditions de la remise en état et de l'utilisation ultérieure de l'espace réaménagé, cette valeur doit être modulée :

- Si le terrain est rendu à un usage non polluant (espace ou zone naturelle), la distance entre les plus hautes eaux et le carreau de la carrière doit être au minimum fixée à 1 m.
- Lorsque la remise en état du site a pour objet de le rendre à l'exercice d'une activité polluante (usage agricole...) ou que des eaux polluées sont susceptibles de venir s'y infiltrer, la distance entre les plus hautes eaux et le carreau de la carrière doit être au minimum fixée à 3 m. Le demandeur peut toutefois proposer une solution alternative argumentée (ce peut être le cas par exemple d'une extraction à un niveau inférieur mais d'une remise en état par remblaiement avec des stériles ou des matériaux inertes provenant du site ou de l'extérieur) conduisant à une protection au moins équivalente des nappes souterraines.
- Des conditions particulières (périmètre de protection de captage AEP, nappe bénéficiant de protections particulières...) sont susceptibles de justifier une hauteur supérieure à celle mentionnée aux deux alinéas qui précèdent, selon le type d'usage futur du terrain. Pour un projet dans un périmètre de protection d'un captage AEP, l'avis de l'hydrogéologue agréé sera requis.

Annexe

Schémas de détermination du niveau des plus hautes eaux et de la cote du carreau

1 – Détermination du niveau des plus hautes eaux

1-1 : Suivi piézométrique sur 2 ans

1-1.1 Fréquence :

Nappe des calcaires de Beauce : tous les 6 mois

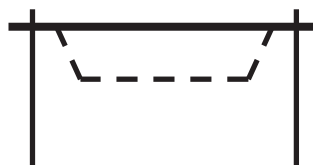
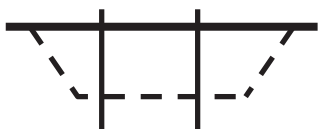
Nappe des calcaires du jurassique : tous les mois

1-1.2 localisation

Sur le site

ou

à proximité

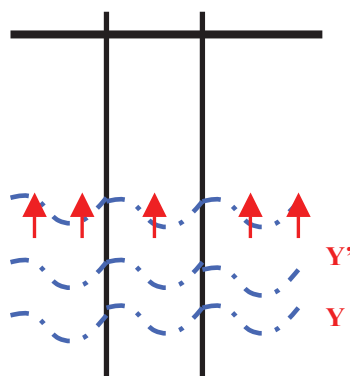
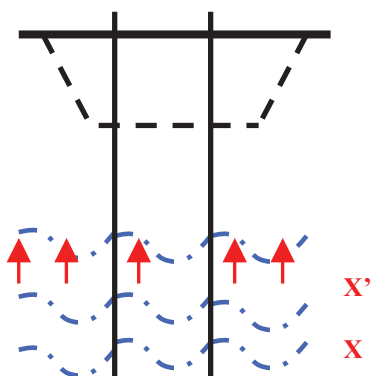


1-1.3 Analyse

Sur le site

et

Piézomètre de référence



Le niveau **X** relevé sur le site peut être mis en relation avec un niveau **Y** relevé sur le(s) piézomètre(s) de référence à la même période.

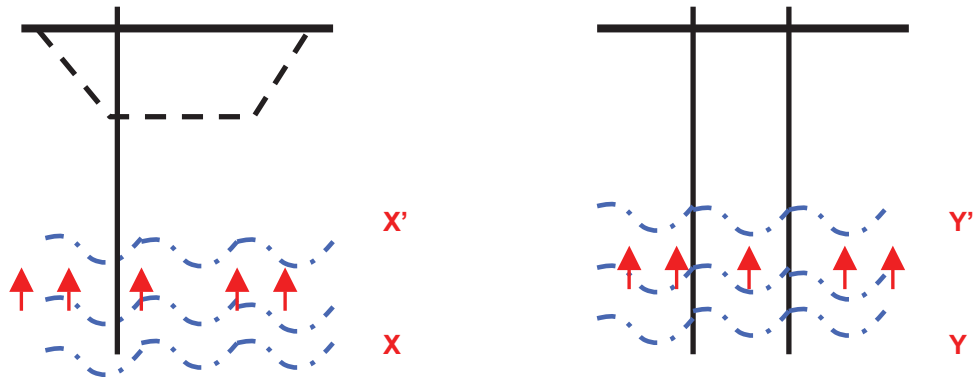
Le niveau **X'** des plus hautes eaux (NPHE) sur le site sera déterminé par une analyse critique des amplitudes observées.

1-2 : Suivi piézométrique sur une période de moins de 2 ans

Sur le site

et

Piézomètre de référence



Le niveau des PHE sera déterminé comme ci-dessus mais avec une valeur ponctuelle :

X' sur le site sera égal au niveau **X** relevé sur le site augmenté de la différence entre le niveau **Y'** des plus hautes eaux connues sur le piézomètre de référence et le niveau relevé **Y**.

Exemple : si **X** = 100m NGF, **Y** = 102m et **Y'** = 105m :

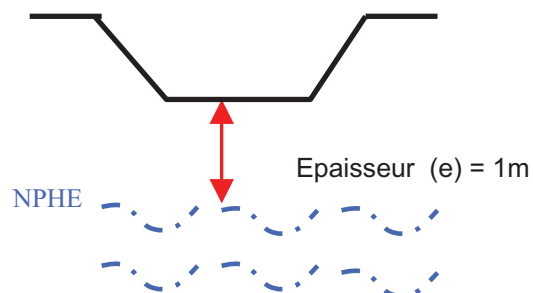
$$\mathbf{X'} = \mathbf{X} + (\mathbf{Y'} - \mathbf{Y}) : \mathbf{X'} = 100 + (105 - 102) : \mathbf{X'} = 100 + 3 = 103\text{m NGF}$$

1-3 : Pas de suivi piézométrique préalable au dépôt de la demande

La demande est jugée non recevable.

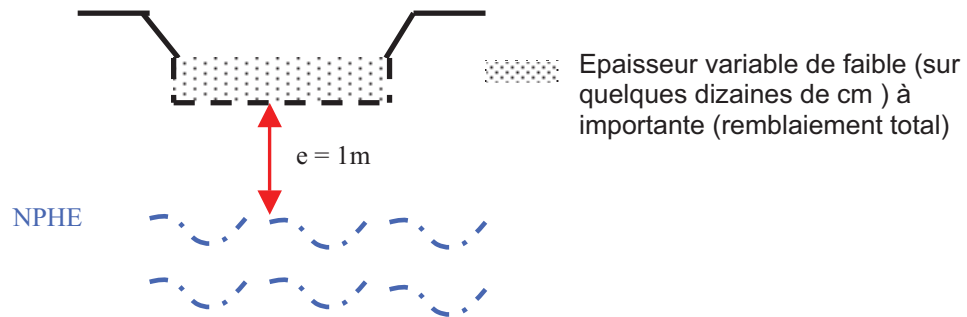
2 - Détermination de la cote du carreau de la carrière

2-1 Seuil minimum général

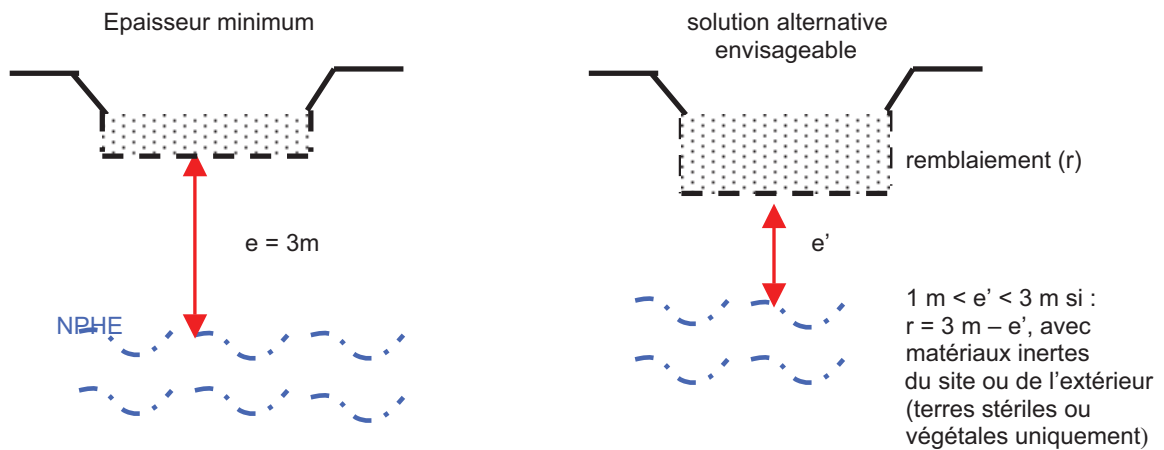


2-2 Seuil à respecter en fonction des conditions de remise en état

2-2.1 : Réaménagement en zone naturelle

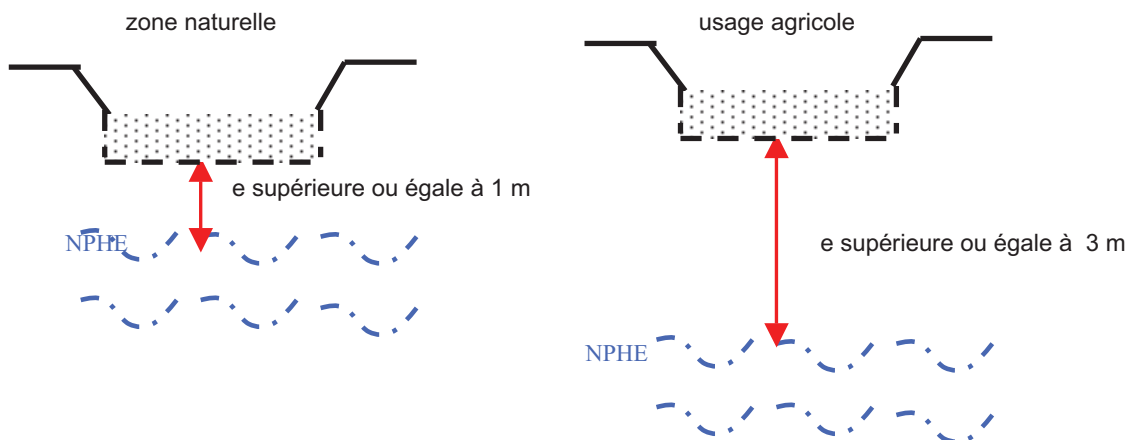


2-2.2 : Remise en culture agricole



2-3 : Cas particulier : site en partie dans le périmètre de protection d'un captage AEP

Avis de l'hydrogéologue agréé obligatoire



Carrières dans la nappe phréatique : estimation des pertes par évaporation liées à la formation d'un plan d'eau.

Avril 2012



1.	METHODE	2
2.	RESULTATS	4
3.	CALCUL PRATIQUE DE L'IMPACT D'UN PLAN D'EAU DE CARRIERE	6

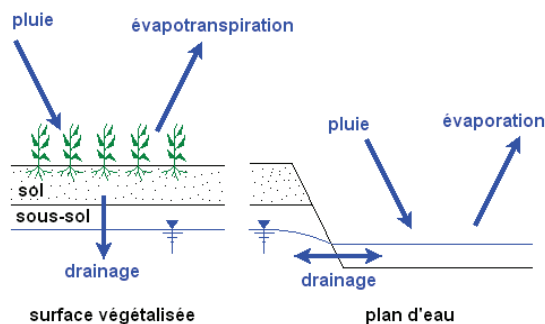
Introduction

Une carrière s'implantant sur une surface végétalisée et réaménagée en plan d'eau au terme de son exploitation modifie les mécanismes d'échange d'eau entre les 3 réservoirs que constituent l'atmosphère, le sol et le sous-sol. **Les plans d'eau ont tendance à favoriser les échanges au bénéfice de l'atmosphère, et à réduire les échanges au bénéfice du sous-sol (nappes).**

L'objectif de cette note est de proposer une méthode pour quantifier, dans le cadre de l'étude d'impact préalable à un projet de carrière en eau, le manque à gagner pour la nappe lié à l'évaporation.

1. Méthode

Le **modèle récurrent de bilan hydrique journalier** (présenté ci-dessous) permet de comparer le bilan hydrique d'un plan d'eau avec celui d'une surface végétalisée.



1/ Pluies (P) :

Les valeurs des pluies sont connues chaque jour au niveau de l'ensemble des stations pluviométriques gérées par Météo-France. Comme toutes les variables qui suivent, elles sont exprimées en lame d'eau (mm/jour).

2/ Evapotranspiration Potentielle ou évapotranspiration de référence (ETP ou ET_0) :

C'est une valeur théorique de la quantité d'eau perdue par un sol sous forme de vapeur, indépendante des espèces végétales qui forment le couvert. Elle est fonction des caractéristiques énergétiques et dynamique de l'environnement atmosphérique. Elle est calculée chaque jour par Météo-France, pour chaque station pluviométrique.

3/ Evaporation d'une surface en eau (EVAP) :

$$EVAP = c \cdot ETP$$

c : coefficient d'évaporation. Voisin de 1, il est un peu plus élevé pour les saisons chaudes.

4/ Evapotranspiration Maximale d'une surface végétalisée (ETM) :

$$ETM = k \cdot ETP$$

k : indice cultural, propre à l'espèce végétale formant le couvert du sol. k varie de 0,5 pour un sol nu jusqu'à 1,2 pour les plantes les plus productives. Il dépend également du stade de développement du végétal.

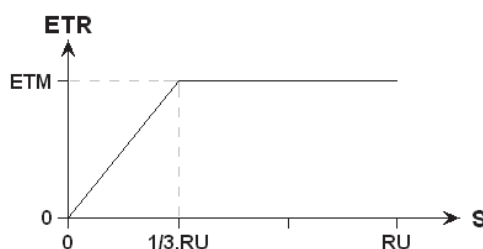
5/ Evaporation Réelle d'une surface cultivée (ETR) :

L'évapotranspiration réelle dépend du stock d'eau (S) mobilisable par les cultures dans le sol. On appelle Réserve Utile du sol (RU) le stock d'eau maximal dans le sol. On a donc $RU > S > 0$.

La Réserve Utile dépend des paramètres physiques du sol (granulométrie, ...). En générale, elle varie entre 50 et 200 mm. Elle peut être estimée simplement depuis le site de la chambre d'agriculture de l'Aisne :

http://www.agri02.com/Documents/Outil/ru_calcul.htm

L'Evapotranspiration Réelle (ETR) est modélisée comme suit :



- Lorsque $RU > S > 1/3.RU$, l'évapotranspiration est maximale : $ETR = ETM = k \cdot ETP$
- Lorsque $1/3.RU > S > 0$, l'évaporation est proportionnelle au stock d'eau du sol :
 $ETR = (3/RU) \cdot S \cdot ETM$

6/ Variation journalière du Stock d'eau disponible dans le sol (ΔS) :

C'est la différence entre la pluie journalière (P) et l'ETR : $\Delta S = P - ETR$

7/ Drainage (D) :

Il s'agit de l'eau qui alimente la nappe.

Une surface cultivée alimente la nappe lorsque le sol est saturé, c.-à-d. lorsque $S + \Delta S > RU$. (le surplus d'eau percole alors vers la nappe souterraine). On a ainsi : $D = S + \Delta S - RU$.

Lorsque $S + \Delta S < RU$, il n'y a pas d'échange avec le sous-sol ($D = 0$).

Un plan d'eau alimente la nappe lorsque les précipitations (P) sont supérieures à l'évaporation (EVAP). On a ainsi $D = P - EVAP$. Lorsque cette quantité est négative (c.-à-d. $P < EVAP$), le plan d'eau « consomme » l'eau de la nappe, et lorsqu'elle est positive, il alimente la nappe.

8/ Impact quantitatif d'une carrière en nappe sur la ressource en eau :

Il s'agit de comparer le cumul annuel :

- du drainage D produit par le terrain végétalisé sur lequel va s'implanter la carrière ;
- du drainage D produit par le futur plan d'eau restitué au terme de l'exploitation de la carrière.

Les tableaux suivants permettent de visualiser ce différentiel pour chacun des 6 départements de région Centre, à partir des chroniques pluviométriques des années 2010 et 2011.

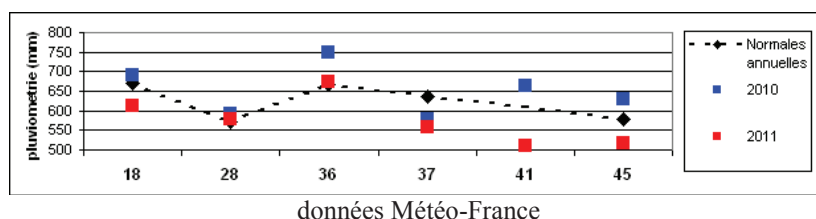
2. Résultats

Les résultats présentés ci-après sont issus de l'application du modèle récurrent de bilan hydrique journalier aux chroniques pluviométriques de 6 stations gérées par Météo-France de région Centre. A chaque département correspond une station de référence :

Département	Nom station	Département	Nom station
18	Bourges	37	Tours
28	Chartres - Champhol	41	Blois - Villefrancœur
36	Châteauroux - Déols	45	Orléans - Bricy

Les résultats sont données pour deux années :

- **une année plutôt humide** (pluies globalement supérieures aux normales annuelles) : **2010** ;
- **une année plutôt sèche** (pluies globalement inférieures aux normales annuelles) : **2011**.



Les tableaux suivants indiquent, pour chaque station de référence et pour les 2 années 2010 et 2011 :

- le cumul annuel des transferts d'eau par drainage depuis un plan d'eau vers la nappe (**D eau**) ;
- le cumul annuel des transferts d'eau par drainage depuis un sol cultivé non-irrigué (blé) vers la nappe (**D blé**) ;
- le cumul annuel des transferts d'eau par drainage depuis un sol couvert par une prairie vers la nappe (**D prairie**) ;
- l'écart entre les transferts d'eau vers la nappe provenant d'un plan d'eau et les transferts d'eau vers la nappe provenant d'un sol végétalisé (culture de blé, prairie) (**Δ nappe**) .

Résultats 2010 : année plutôt humide¹

RU	18 – Cher					28 – Eure-et-Loir				
	D eau	D blé	Δ nappe	D prairie	Δ nappe	D eau	D blé	Δ nappe	D prairie	Δ nappe
50 mm	-307 mm	+195 mm	-503 mm	+162 mm	-470 mm	-302 mm	+189 mm	-491 mm	+164 mm	-466 mm
100 mm	-307 mm	+155 mm	-463 mm	+125 mm	-432 mm	-302 mm	+150 mm	-452 mm	+126 mm	-428 mm
200 mm	-307 mm	+38 mm	-345 mm	+11 mm	-318 mm	-302 mm	+39 mm	-341 mm	+29 mm	-331 mm

RU	36 – Indre					37 – Indre-et-Loire				
	D eau	D blé	Δ nappe	D prairie	Δ nappe	D eau	D blé	Δ nappe	D prairie	Δ nappe
50 mm	-153 mm	+246 mm	-399 mm	+233 mm	-385 mm	-430 mm	+169 mm	-599 mm	+126 mm	-556 mm
100 mm	-153 mm	+168 mm	-321 mm	+154 mm	-306 mm	-430 mm	+125 mm	-555 mm	+85 mm	-515 mm
200 mm	-153 mm	+64 mm	-216 mm	+28 mm	-181 mm	-430 mm	+9 mm	-439 mm	+3 mm	-433 mm

RU	41 – Loir-et-Cher					45 – Loiret				
	D eau	D blé	Δ nappe	D prairie	Δ nappe	D eau	D blé	Δ nappe	D prairie	Δ nappe
50 mm	-293 mm	+210 mm	-503 mm	+163 mm	-457 mm	-253 mm	+189 mm	-442 mm	+144 mm	-397 mm
100 mm	-293 mm	+169 mm	-462 mm	+117 mm	-411 mm	-253 mm	+146 mm	-399 mm	+105 mm	-358 mm
200 mm	-293 mm	+72 mm	-365 mm	+22 mm	-315 mm	-253 mm	+42 mm	-295 mm	+11 mm	-264 mm

RU : réserve utile du sol (capacité du sol à retenir l'eau). Pour l'estimer :

http://www.agri02.com/_Documents/Outil/ru_calcul.htm

¹ Nota : bien que le cumul pluviométrique 2010 soit supérieur à la normale, la répartition des pluies dans l'année n'en fait pas une année humide au sens du rechargement des nappes (déficit au printemps et à l'automne).

Résultats 2011 : année plutôt sèche

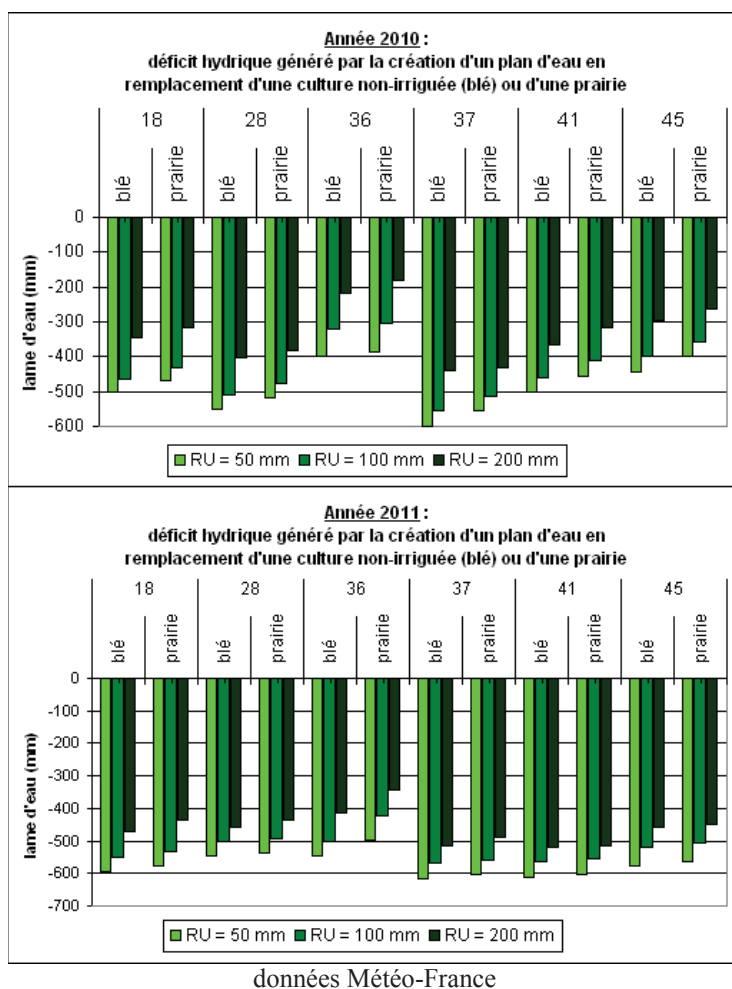
RU	18 – Cher					28 – Eure-et-Loir				
	D eau	D blé	Δ nappe	D prairie	Δ nappe	D eau	D blé	Δ nappe	D prairie	Δ nappe
50 mm	-442 mm	+154 mm	-596 mm	+135 mm	-577 mm	-335 mm	+163 mm	-497 mm	+141 mm	-476 mm
100 mm	-442 mm	+108 mm	-550 mm	+91 mm	-533 mm	-335 mm	+118 mm	-453 mm	+77 mm	-412 mm
200 mm	-442 mm	+30 mm	-472 mm	+11 mm	-435 mm	-335 mm	+48 mm	-383 mm	+26 mm	-361 mm

RU	36 – Indre					37 – Indre-et-Loire				
	D eau	D blé	Δ nappe	D prairie	Δ nappe	D eau	D blé	Δ nappe	D prairie	Δ nappe
50 mm	-312 mm	+235 mm	-547 mm	+185 mm	-496 mm	-477 mm	+138 mm	-615 mm	+126 mm	-603 mm
100 mm	-312 mm	+190 mm	-501 mm	+113 mm	-424 mm	-477 mm	+91 mm	-568 mm	+81 mm	-557 mm
200 mm	-312 mm	+103 mm	-414 mm	+33 mm	-345 mm	-477 mm	+39 mm	-515 mm	+12 mm	-489 mm

RU	41 – Loir-et-Cher					45 – Loiret				
	D eau	D blé	Δ nappe	D prairie	Δ nappe	D eau	D blé	Δ nappe	D prairie	Δ nappe
50 mm	-492 mm	+121 mm	-613 mm	+109 mm	-602 mm	-433 mm	+142 mm	-575 mm	+131 mm	-564 mm
100 mm	-492 mm	+72 mm	-564 mm	+62 mm	-554 mm	-433 mm	+85 mm	-518 mm	+73 mm	-506 mm
200 mm	-492 mm	+27 mm	-519 mm	+20 mm	-513 mm	-433 mm	+27 mm	-460 mm	+15 mm	-448 mm

RU : réserve utile du sol (capacité du sol à retenir l'eau). Pour l'estimer :

http://www.agri02.com/_Documents/Outil/ru_calcul.htm



on observe donc :

→ qu'une surface végétalisée alimente la nappe alors qu'un plan d'eau consomme l'eau de la nappe ;

→ que le déficit annuel généré par un plan d'eau varie entre 200 mm et 600 mm. Il est équivalent, pour une carrière de 1 ha, à un prélèvement en nappe de 5,5 à 16 m³/jour ;

→ que les paramètres sont, par ordre d'influence :

- le lieu (c.-à-d. la pluviométrie), entraînant des variations maximales de l'ordre de 50 % ;
- la réserve utile du sol, entraînant des variations maximales de l'ordre de 30 % ;
- le type de culture, entraînant des variations maximales de l'ordre de 10 %.

3. Calcul pratique de l'impact d'un plan d'eau de carrière

Pour un projet de carrière, il est possible de calculer le déficit hydrique subi par la nappe à partir des résultats ci-dessus moyennant une estimation :

- de la **surface transformée en plan d'eau** ($S_{\text{plan d'eau}}$) ;
- du **déficit moyen annuel par hectare** au moyen des tableaux départementaux de la partie 2 (Δ_{nappe}).

$$\text{Déficit} = S_{\text{plan d'eau}} \times \Delta_{\text{nappe}}$$

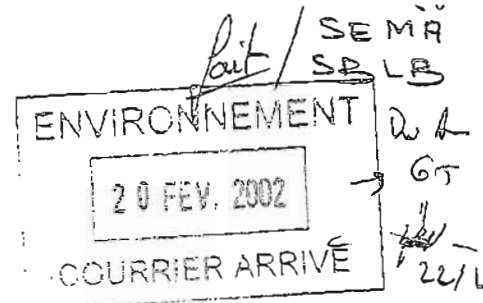
Exemple : pour un projet de carrière avec 10 ha en eau, dans le Cher, sur un terrain agricole de RU égale à 100 mm, le déficit ressenti par la nappe en 2011 s'élève à :

$$\text{Déficit} = S_{\text{plan d'eau}} \times \Delta_{\text{nappe}} = 150 \text{ m}^3/\text{jour}, \text{ soit } 55\,000 \text{ m}^3/\text{an} ;$$

A minima, on pourra utiliser une valeur moyenne du déficit annuel par hectare :

$$\Delta_{\text{nappe}} = 10 \text{ m}^3/\text{jour/ha}.$$

$$\text{On a ainsi : Déficit (en m}^3/\text{jour)} = 10 \times S_{\text{plan d'eau}} \text{ (en ha)}$$



Orléans, le 8 février 2002



DIRECTION REGIONALE DE L'INDUSTRIE,
DE LA RECHERCHE ET DE L'ENVIRONNEMENT
DU CENTRE

Monsieur le Directeur régional de l'Environnement
5 avenue Buffon
BP 6407
45064 ORLEANS Cédex 2

6, rue Charles de Coulomb
45077 ORLEANS CEDEX 2
Téléphone : 02.38.41.76.52.
Télécopie : 02.38.51.83.67
<http://www.centre.drire.gouv.fr>

Jacques DUMOLARD
Directeur

Réf. : L:\COURRIER\JPRI\bb0129.doc
Affaire suivie par : JP. RICHARD
Téléphone : 02.38.41.76.50
Télécopie : 02.38.51.83.67
Mel : jean-pierre.richard@industrie.gouv.fr

OBJET : Zone de mobilité des cours d'eau

REFER : Réunion des 5 octobre et du 13 novembre 2001

La profession des carriers avec les services de l'Etat ont souhaité préciser et clarifier la notion d'espace de mobilité des cours d'eau. Plusieurs réunions se sont déroulées sous ma présidence à ce sujet, vous en trouverez en pièce jointe le compte rendu qui finalise leurs conclusions.

Conformément à votre demande, vous noterez que la note élaborée par vos soins sur les risques associés aux levées a également été adressée à l'UNICEM.

Par la présente, je réponde
et prie d'acquiescer.
Le Directeur régional de l'Environnement
Signature

Compte rendu de réunion

Détermination de l'espace de mobilité des cours d'eau

Après la modification, le 24 janvier 2001, de l'arrêté ministériel du 22 septembre 1994 relatif aux exploitations de carrières, il est apparu nécessaire de clarifier la notion d'espace de mobilité des cours d'eau. L'arrêté ministériel modifié interdit l'exploitation de carrières dans l'espace de mobilité et lui impose que l'étude d'impact évalue cet espace de mobilité.

L'objectif est de fixer des règles claires de détermination de l'espace de mobilité applicables simplement dans plus de 80 % des cas, notamment dans le cas des levées, et également de définir la méthodologie à appliquer pour les rivières non endiguées.

Sauf cas très particulier lorsque des levées se situent à proximité du lit, l'espace de mobilité ne peut se situer à l'extérieur de levées. Le dossier doit montrer que le projet n'a pas d'impact significatif sur les levées. Dans le cas de la Loire, sauf exception, l'espace de mobilité est défini par la zone de présence des levées.

Le document de référence utilisé est le guide technique "détermination de l'espace de liberté des cours d'eau" élaboré par l'agence de l'eau du bassin Rhône Méditerranée Corse.

Les enjeux relatifs à la restauration du milieu n'ont pas à être examinés (voir le tableau en annexe extrait du guide précité). Les aspects liés à la préservation sont obligatoires. Une étude sur la restauration constitue néanmoins un atout supplémentaire pour les demandes qui la prennent en considération.

Il ne peut y avoir d'ouverture de carrières ou de renouvellement d'autorisation dans l'espace de mobilité fonctionnel (EFONC). Partout ailleurs, les carrières sont susceptibles d'être autorisées, l'opportunité de l'autorisation des carrières et des prescriptions techniques sera étudiée selon les règles habituelles. Dans le cas de la Loire, l'étude d'impact devra montrer que le projet n'a pas d'impact significatif sur les levées.

Une approche "synthèse et écologie", déjà intégrée aux études d'impact ne justifie pas un traitement particulier supplémentaire pour déterminer l'EFONC en région Centre.

La détermination de l'EFONC requiert une approche historique et cartographique. Il a été retenu de ne pas remonter au delà de 150 ans. Une approche socio-économique doit compléter l'approche historique. En région Centre, ces deux approches sont suffisantes pour déterminer l'espace de mobilité d'un cours d'eau.

La méthode d'amplitude ne doit être utilisée pour déterminer l'EFONC que lorsque les approches historique et socio-économique ne permettent pas de conclure. Le concept d'amplitude d'équilibre repose sur la largeur à pleins bords du cours d'eau. Néanmoins, si les éléments disponibles des études historique et socio-économique démontrent une amplitude d'équilibre inférieure à 10 fois la largeur à pleins bords, celle-ci peut être admise. A l'extérieur de la zone d'amplitude, il n'y a rien à étudier, sauf cas particulier.

Ce courrier a recueilli l'approbation de la DIRE, DIREN, de l'UNICEM et du SGAR.



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFET DE LA REGION CENTRE

Direction Régionale de l'Environnement,
de l'Aménagement et du Logement

Orléans, le

- 1 OCT. 2012

Service Eau et Biodiversité

Le Directeur régional

à

Nos réf : SEB12-RS-MA-540

Vos réf. :

Affaire suivie par : Rémi SAUMET

Remi.saumet@developpement-durable.gouv.fr

Tél. 02 36 17 43 37 Fax. 02 36 17 41 03

Monsieur Eric LIGLET

Président de l'UNICEM-Centre

45404 FLEURY LES AUBRAIS CEDEX

Objet : compte-rendu de la rencontre UNICEM-DREAL du 4 juillet 2012

Monsieur le Président,

Je vous prie de bien vouloir trouver ci-joint le relevé de décision de la rencontre UNICEM-DREAL du 4 juillet dernier, accompagné des documents amendés et validés ensemble.

Je vous prie de croire, Monsieur le Président, en l'assurance de ma considération distinguée.

Nicolas FORRAY

PJ :


- Critères de situation d'une carrière par rapport au lit majeur
- Indices IGA et IGAB au 1^{er} mars 2012

Copie à : DREAL Centre-SEIR

H. VUILLOT

Horaires d'ouverture 8h15-12h00 / 13h45-17h00
5, avenue Buffon - BP 6407
45064 ORLEANS Cedex 2
Tél. : 02 36 17 41 41 - Fax : 02 36 17 41 01
<http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr>



 Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement du Centre	Critères de situation d'une carrière par rapport au lit majeur	Orléans, le 4 juillet 2012
---	---	-------------------------------

1/ Définition du SDAGE Loire-Bretagne de 1996 :

« Le lit majeur d'un cours d'eau est le lit mouillé lors de la plus grande crue connue. Il est constitué, en général, par les alluvions récentes (repérées en général sur la carte géologique par le symbole Fy). »

2/ Interprétation pratique :

La détermination de l'emprise du lit majeur est de la responsabilité de l'exploitant sur la base d'études. Les critères proposés ci-dessous ne remplacent pas la réalisation de ces études mais permettent au cours de l'instruction du dossier d'identifier rapidement les cas devant faire l'objet d'analyses plus précises.

Pour déterminer si une carrière est en lit majeur, pour le suivi de l'objectif de décroissance du SDAGE Loire Bretagne, il faut d'abord étudier le cas 1 puis s'il n'y a pas de données sur les PHEC, le cas 2. Les étapes 2 et 3 du cas 2 (ordre de Strahler et impact sur la nappe) orientent sur les situations pour lesquelles un examen poussé doit être effectué.

Cas 1 : en présence de données sur les plus hautes eaux connues (PHEC) :

Etape 1 : Carrière dans l'enveloppe maximale du PPRI ?

OUI ou en partie → Lit Majeur,

NON → Etape 2 ;

Etape 2 : Carrière dans l'enveloppe maximale de l'AZI ?

OUI ou en partie → Lit Majeur,

NON → Etape 3 ;

Etape 3 : Existence de données de connaissance locale justifiées (ex :laisses de crue, photographies...) ou de modélisations (la crue centennale fera référence) démontrant le caractère inondable de tout ou partie de la zone concernée ?

OUI → Lit Majeur,

NON → Hors lit majeur.

Cas 2 : si pas de données sur les PHEC :

Etape 1 : Carrière sur formation alluviale récente ? (Fz ou Fy)

NON → Hors Lit Majeur,

OUI ou en partie → Etape 2 ;

Etape 2 : Alluvions d'un cours d'eau important ? (ordre de Strahler ≥ 4)

NON → Hors Lit Majeur,

OUI → Etape 3 ;

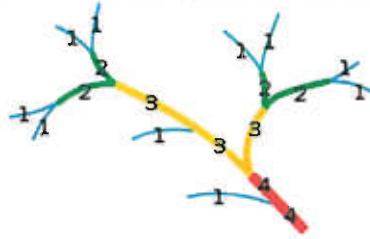
Etape 3 : Evaluation de l'impact sur la nappe d'accompagnement du cours d'eau (prélèvement équivalent [lavage et évaporation] comparé au débit de référence¹).

L'examen de la quantification de cet impact permettra de conclure sur le classement en ou hors lit majeur du site.

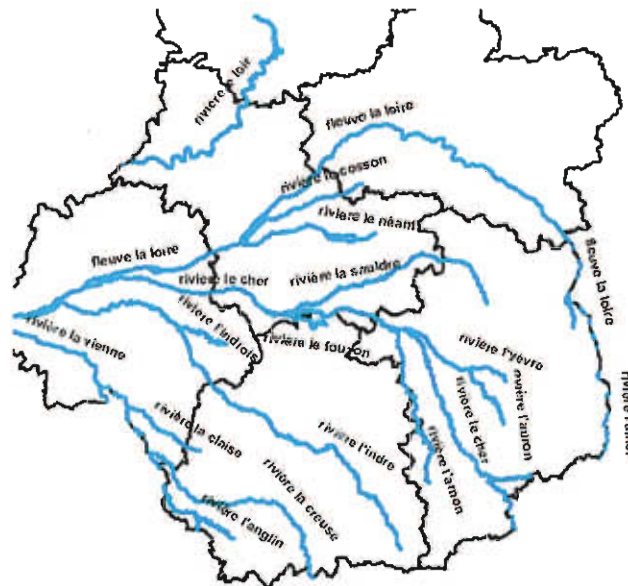
¹ QMNA 5

Ordre de Strahler :

Ce nombre permet de hiérarchiser les cours d'eau. Pour un cours d'eau donné à un PK donné, il correspond au nombre de confluences amont avec des cours d'eau du même ordre.



Dans le bassin de la Loire en région Centre, les cours d'eau d'ordre ≥ 4 correspondent aux grandes et moyennes rivières à écoulement permanent :



Cours d'eau d'ordre ≥ 4 du bassin de la Loire en région Centre.

Fiche – méthode relative au réaménagement des carrières

1. Recommandations techniques relatives aux réaménagements agricoles

a) En phase d'exploitation de la carrière :

Décaper et stocker séparément en 2 cordons l'horizon humifère (30 cm +/- 10 cm) et la sous-couche. Les cordons sont modelés et légèrement compactés en surface pour éviter la pénétration de l'eau. Ces opérations sont à réaliser en conditions ressuyées, par temps sec, au moyen d'engins à chenilles. Lorsque le décapage est réalisé pour une période supérieure à 6 mois il convient de prévoir des semis de ray-grass (ou autres graminées et /ou légumineuses) sur le sol décapé.

b) En phase de remise en état de la carrière :

L'objectif à atteindre est de recréer un sol agricole de caractéristiques physiques convenables pour le fonctionnement hydrique d'abord et le développement racinaire des cultures ensuite. A cet effet, l'expérience conduit à retenir les étapes suivantes :

- **1 - Décapage des aires de travail** ainsi que des aires de circulation provisoires sur lesquelles des matériaux stabilisés auraient été régalez ;
- **2 - Réalisation d'un levé topographique du carreau** avant apport des sols ;
- **3 - Nivellement de la surface de base** avec une pente légère ;
- **4 - Sous-solage de la surface de base ;**
- **5 - Pose du sous-sol** (stériles, déchets inertes du BTP, ...) ;
- **6 - Remise en place, dans l'ordre, des deux couches décapées de l'horizon humifère.** L'épaisseur restituée doit correspondre *a minima* à l'épaisseur initiale. Prévoir si besoin des apports extérieurs de terre végétale (par exemple issus des chantiers d'urbanisation) en veillant à contrôler la nature des matériaux apportés ;
- **7 - Remise en culture :** la terre végétale remise en place constitue un support, mais pas un sol au sens pédologique du terme. L'utilisateur adaptera son système d'exploitation à la réalité du potentiel agronomique atteint sur la parcelle après la remise en état (choix des cultures, objectifs de rendement, gestion des intrants). Les premières années, des couverts à système racinaire puissant favorisant la reconstitution du sol seront à privilégier. Ils seront à choisir en concertation avec l'exploitant agricole (graminées : ray-grass, légumineuses, crucifères : colza...).

c) Conditions de réalisation des opérations de remise en état :

- La remise en état est à réaliser par temps sec en conditions ressuyées ;
- L'utilisation d'engins appropriés est nécessaire pour éviter le compactage des sols ;
- Il est important que les pierres rencontrées fassent l'objet d'un ramassage soigné ;
- La surface occupée par les délaissés liés aux opérations de talutage, non exploitables et sans autre finalité, doit être minimisée.

d) Conditions de remblaiement :

Il convient de s'assurer de l'inertie physico-chimique des matériaux accueillis (non polluants et géotechniquement stables). Le scénario de remblaiement établi par le pétitionnaire doit être réaliste au regard des volumes de matériaux inertes disponibles. En dépit de toutes ces recommandations, le sol remis en état restera convalescent. L'exploitant agricole pourra utilement prévoir un suivi agronomique (état initial / final et suivi à 1, 3, 5 et 10 ans).

A toutes fins utiles, le supplément n° 671 de mai 1981 du mensuel « Chambres d'Agricultures » joint en annexe 10 peut être mis à profit en tant que « guide des bonnes pratiques ».

2. Recommandations techniques relatives aux réaménagements écologiques

a) Travaux d'exploitation et de remise en état :

- **Anticiper les travaux** : réfléchir en hiver sur les futurs travaux d'exploitation de printemps et d'été de manière à limiter l'impact sur la faune (ex : préservation de zones de falaises qui pourront constituer des lieux potentiels de reproduction pour les Guépriers d'Europe, Martins Pêcheur, Hirondelles de rivage, ...) ;
- **Etre particulièrement vigilant sur les travaux de printemps** (période de reproduction) et mettre en place un repérage des lieux de reproduction de la faune (nids au sol ou en falaise, batraciens, insectes, ...) ;
- **Eviter les transformations rapides et radicales pour la faune et la flore** ;
- **S'appuyer sur la dynamique naturelle de la végétation** lors des opérations de réaménagement à vocation écologique. Ces aménagements sont souvent moins coûteux que d'autres modes de réaménagement. A ce titre, une attention particulière devra être portée aux zones périphériques des sites en phase d'exploitation (bande réglementaire de 10 m, délaissés, ...), dans la mesure où elles constituent :
 - des corridors écologiques pour la faune pendant l'exploitation ;
 - une banque de graine pour le réensemencement naturel du site en fin d'exploitation.

b) Exemples d'aménagements favorables à la biodiversité :

- En dehors des grands corridors fluviaux : création d'îlots de reproduction sur les plans d'eau (limicoles, sternes...) ;
- Hauts-fonds et roselières (oiseaux aquatiques, frai des poissons ;
- Mares (batraciens), falaises ;
- Gravières peu profondes (limicoles, canards) ;
- Plantation d'espèces locales et mellifères ;
- Eviter les chemins faisant le tour complet des plans d'eau, ou alors les éloigner de la berge par endroits.

3. Prescriptions techniques relatives aux eaux de baignades

Une étude d'impact ou un profil de chaque eau de baignade doit être établi, en application des dispositions de la directive 2006/7/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 février 2006 concernant la gestion de la qualité des eaux de baignade et de ses textes de transposition.

Le profil consiste, d'une part, à identifier les sources de pollution susceptibles d'avoir un impact sur la qualité des eaux de baignade (bactériologie, nitrates, phosphore, autres) et d'affecter la santé des baigneurs et, d'autre part, à définir les mesures de gestion à mettre en œuvre pour prévenir les pollutions à court terme, ainsi que les actions à conduire, afin de parvenir en 2015 à une eau de qualité au moins « suffisante », au sens de la directive.

La circulaire du 30 juillet 2009 relative à l'élaboration des profils des eaux de baignade ainsi que le guide national pour l'élaboration d'un profil fixent les modalités d'élaboration des profils des eaux de baignade.

Pour rappel, la définition d'une baignade :

Est définie comme eau de baignade toute partie des eaux de surface dans laquelle la commune s'attend à ce qu'un grand nombre de personnes se baignent et dans laquelle l'autorité compétente n'a pas interdit la baignade de façon permanente. Ne sont pas considérés comme eau de baignade :

- *les bassins de natation et de cure ;*
- *les eaux captives qui sont soumises à un traitement ou sont utilisées à des fins thérapeutiques ;*
- *les eaux captives artificielles séparées des eaux de surface et des eaux souterraines.*

Les piscines, les zones de baignades dont l'eau est soumise à un traitement (chimique, physique ou biologique) ainsi que les zones destinées exclusivement aux activités nautiques et/ou à la pêche, sont donc stricto sensu exclues du recensement.

Ainsi, tout plan d'eau sur lequel la baignade n'est pas explicitement interdite et où l'affluence d'un grand nombre de baigneurs est prévisible doit être considéré comme une eau de baignade. **En conséquence, les gravières aménagées en base de loisirs pour la réalisation exclusive d'activités nautiques ne doivent pas avoir d'équipements incitants à la baignade** (par exemple : plage de sable...).



chambres d'agriculture

LES CARRIÈRES

2. — Les modalités techniques de la remise en état des carrières à des fins agricoles



Nivellement du fond et régularisation des talus

Au moment où nous mettons sous presse, le J.O. du 25 avril 1981 publie le décret d'application de l'art. 109-1 du Code minier.

Nous reviendrons sur ce texte très important dans un prochain numéro.

Sommaire

Avant-propos	4
Introduction	5
1. CONNAITRE LE TERRAIN POUR RÉPONDRE AUX TROIS QUESTIONS-CLÉS DE LA FAISABILITÉ	6
1.1 Pour écarter le risque de submersion	6
1.2 Pour éviter la rétention des eaux superficielles	9
1.3 Pour conserver la fertilité du sol	9
1.4 La synthèse des informations correspondantes	11
2. LES OPÉRATIONS DE TERRASSEMENT	12
2.1 Les conditions générales	12
2.2 Les cas-limites	16
3. L'ORGANISATION DU TRANSFERT DES SOLS	19
3.1 Les chantiers-types de transfert des sols	19
3.2 La programmation	23
4. LA RESTITUTION A L'AGRICULTURE	25
4.1 Les travaux connexes sur les abords	25
4.2 D'éventuelles mesures « de rattrapage »	27
4.3 Le démarrage de la culture	28
4.4 L'installation de l'irrigation	28
Annexe : des exemples à l'étranger	29
Postface	30
Bibliographie	32

Avant-propos

Sous le titre **« Les carrières »**, la revue « Chambres d'agriculture » a consacré un fascicule de son précédent numéro (n° 670, avril 1981) à une étude sur **« La législation et la réglementation des carrières, et leur impact sur l'agriculture »**.

Nous remercions vivement M. Bernard LUCIEN-BRUN, chargé de mission auprès du Comité de Gestion de la Taxe Parafiscale sur les Granulats, d'avoir bien voulu exposer, dans ce second fascicule, les problèmes techniques que pose la remise en état des carrières à des fins agricoles.

Introduction

LA RÉHABILITATION AGRICOLE DES SOLS DE CARRIÈRES : une formule séduisante à utiliser avec prudence

Les carrières, sablières, gravières ou ballastières font partie du paysage de nos régions où les signalent de loin leurs amoncellements de matériaux, leurs impressionnants engins au travail... et leurs vastes surfaces dénudées de toute végétation. Mais ces surfaces, que deviennent-elles lorsque l'exploitation est achevée ?

Si les carrières laissent un terrain stérilisé ou dégradé pour longtemps, il est bien normal que les agriculteurs du voisinage voient progresser leur extraction avec une certaine appréhension. Si, par contre, le sol est reconstitué à l'issue de l'évacuation des matériaux et rendu à nouveau propre à la culture, une conciliation peut être trouvée entre les utilisateurs du sol et ceux du sous-sol.

Cette dernière éventualité n'est pas une gageure. Des essais systématiques, des opérations-pilotes ont, depuis quelques années, amplement démontré que la remise en état à des fins agricoles des zones exploitées en carrières est réalisable et permet d'obtenir, sans délai, des rendements équivalents à ceux des parcelles d'origine.

Toutefois, ne nous leurrions pas ; pour réussir une telle restauration, trois conditions générales s'imposent :

- sur le plan du terrain, **le milieu physique** doit être favorable, particulièrement en ce qui concerne le risque d'inondation après l'extraction, ou l'épaisseur du sol à découvrir ;

- sur le plan économique, le carrier opérateur de la remise en état doit accepter **un supplément** — très variable selon les cas — dans les dépenses de remise en état, par rapport à une simple opération de nettoyage des lieux et de régularisation du relief ;

- sur le plan opérationnel, la mise en œuvre nécessite une planification particulière de l'avancement de l'exploitation de la carrière, à envisager avant l'ouverture de celle-ci.

De nombreux sites d'anciennes extractions restent inutilisables pour l'agriculture là où ces conditions fondamentales n'ont pas été satisfaites.

Ainsi, l'objet de cet ouvrage n'est-il pas d'énoncer des « recettes-miracles » permettant de réussir une remise en culture après l'extraction quelles que soient les circonstances, mais de fournir des recommandations techniques — ou tout simplement pratiques — en vue d'accroître les chances de succès. Ces conseils ne porteront donc leurs fruits que **si le contexte est favorable**, notamment lorsque les trois conditions ci-dessus se trouvent rassemblées, et si l'exploitant de la carrière est motivé pour entreprendre des travaux de reconstitution du sol assez nouveaux pour lui.

* * *

Il serait fort erroné de penser que la remise en état à des fins agricoles se limite à l'action d'étaler en fond de fouille les matériaux de la « découverte ».

La plupart des exploitants de carrière qui ne se sont préoccupés que de l'opération d'un simple régallage des terres décapées ont pu constater, par les échecs rencontrés, l'inefficacité de cette méthode. Pour guider et encourager les opérateurs, le Comité de gestion de la taxe parafiscale sur les Granulats a mis en œuvre, de 1976 à 1978, un programme expérimental de réimplantation des cultures sur des sites de carrières en fin d'extraction.

Objectivement, ce sont les rendements qui permettent de juger du degré de réussite de la réalisation. Notons, à cet égard, que les résultats de culture obtenus dans le cadre du programme expérimental cité ci-dessus, ou sur d'autres opérations pilotes, permettent d'affirmer que l'objectif normal d'une remise en état agricole de carrière est le rétablissement de la valeur agricole antérieure.

Un tel enjeu reste à la portée du carrier. Dans un cas normal d'extraction de graviers, il n'est pas nécessaire de recourir à des modalités compliquées, ni même à un matériel spécialisé. Les recherches qui ont été menées dans ce domaine de la restauration agricole des sols de carrières l'ont été dans la perspective de faciliter autant que possible l'application sur le terrain.

* * *

On l'a souligné au préalable : tous les sites de carrières ne se prêtent pas à une remise en culture. Mais la décision de remise en état à des fins agricoles doit intervenir **avant** l'ouverture de la carrière. L'étude ou la notice d'impact, élément de prévision, a été rendue obligatoire dans le but de résoudre ce genre de difficulté.

Dans ces conditions, pour garantir la reprise agricole du site à l'issue de l'extraction du sous-sol, l'accent doit être mis tout d'abord sur la reconnaissance du milieu en vue de définir les conditions de la « faisabilité » matérielle de l'opération.

1 — Connaître le terrain pour répondre aux trois questions-clefs de la faisabilité

Constitués de roches éruptives, sédimentaires ou alluviales, compactes ou meubles, les gisements de matériaux de carrières sont très divers.

Il n'est pas besoin d'une formation géologique approfondie pour saisir la **diversité** des conditions de remise en état du site d'extraction, selon les variables qui représentent, par exemple, l'étendue de la zone exploitable, l'épaisseur des matériaux en place, la proportion des « refus » d'exploitation, la proximité de la nappe phréatique, la consistance du fond du gisement, son relief, l'importance et la nature de la « découverte »...

La connaissance de ces variables permet non seulement de définir le contexte de la remise en état, mais de déterminer le type même de réutilisation du site. Le propriétaire qui exigerait — ou le carrier qui accepterait — une remise en culture après l'extraction sans avoir préalablement procédé à la **collecte des données** nécessaires au niveau du sol et du sous-sol, s'exposerait à n'obtenir qu'une terre ingrate ou impossible à mettre en valeur.

En effet, faute de cette démarche préliminaire, des travaux destinés à reconstituer des sols agricoles pourraient n'aboutir qu'à restituer des surfaces fréquemment recouvertes par les eaux, des terres parsemées de cailloux, d'affleurements stériles, de « mouillères », ou irrémédiablement appauvries...

En tenant compte des expériences récentes, il y a trois questions-clefs auxquelles une réponse doit être apportée, avant tout début d'exploitation de carrière :

- le risque de submersion,
- l'assainissement des terres,
- le maintien de la fertilité du sol.

1.1 — Pour écarter le risque de submersion

Après la remise en état, l'inondation ou même un engorgement périodique nuirait non seulement à l'état des cultures implantées, mais encore à la structure de la couche arable. Affectant des terrains cultivés, ce phénomène se révèle catastrophique pour les résultats de la campagne agricole, souvent même si les cultures ne sont pas encore implantées.

L'objectif doit donc être de mettre hors d'eau cette couche dans toute son épaisseur.

Une référence acceptable et susceptible d'être fixée avec exactitude est celle de la remontée décennale de la nappe phréatique.

La cote de crue décennale — atteinte tous les dix ans en moyenne — constitue, en effet, une référence valable pour fixer l'altitude du terrain à remettre en état : pour une période plus courte, cinq ans par exemple, le risque de fréquence de remontée des eaux créerait une contrainte incompatible avec l'exercice normal de l'activité agricole (problèmes d'atteinte aux cultures, d'accès au terrain et de détérioration du sol) ; pour une période plus longue, vingt ans par exemple, la détermination de la crue serait souvent hypothétique, faute d'observations piézométriques sur une durée suffisante.

Pour préciser cette cote de crue périodique, des observations hydrogéologiques locales sont en effet indispensables. Si aucune donnée n'existe pour le site lui-même — et c'est généralement le cas — il convient d'y mettre en place un piézomètre. Après une phase d'enregistrements, la corrélation sera établie entre les variations observées et celles dans le même temps de piézomètres implantés dans la zone de même régime

d'eaux souterraines et dont les enregistrements sont recueillis depuis plusieurs années déjà. L'hydrogéologue, connaissant le niveau de la crue décennale à l'endroit de ces piézomètres-repères, pourra alors l'extrapoler pour le site de la carrière et le traduire en altitude NGF.

Tout projet susceptible d'introduire une modification du milieu hydrologique ou hydrogéologique devra être pris en compte de façon à éviter toute mauvaise surprise ultérieure.

Une fois connue la cote des hautes eaux décennales locales, le niveau de la surface de culture s'en déduira : **au minimum 0,50 m au-dessus de cette cote**. Séjourant tous les dix ans en moyenne à 50 cm de profondeur, les eaux souterraines ne baigneraient que les racines extrêmes et se situeraient à la limite de l'acceptable pour les cultures ⁽¹⁾. Ce décalage repousse à plus long terme le danger d'engorgement de l'horizon supérieur et, à plus long terme encore, celui de la submersion de la surface.

La situation est la même selon que le soubassement ⁽²⁾ est constitué du fond de fouille ou qu'il est obtenu par un remblayage de rehaussement. Autrement dit, **si, pour la profondeur d'extraction des matériaux, l'exploitant de la carrière était autorisé à dépasser cette cote limite de réaménagement, il devrait la retrouver ensuite, après comblement du fond, dans une mesure équivalente**. Dans ce cas néanmoins, la masse remblayée est susceptible de faire obstacle à la circulation des eaux souterraines et d'en relever le niveau à l'amont.

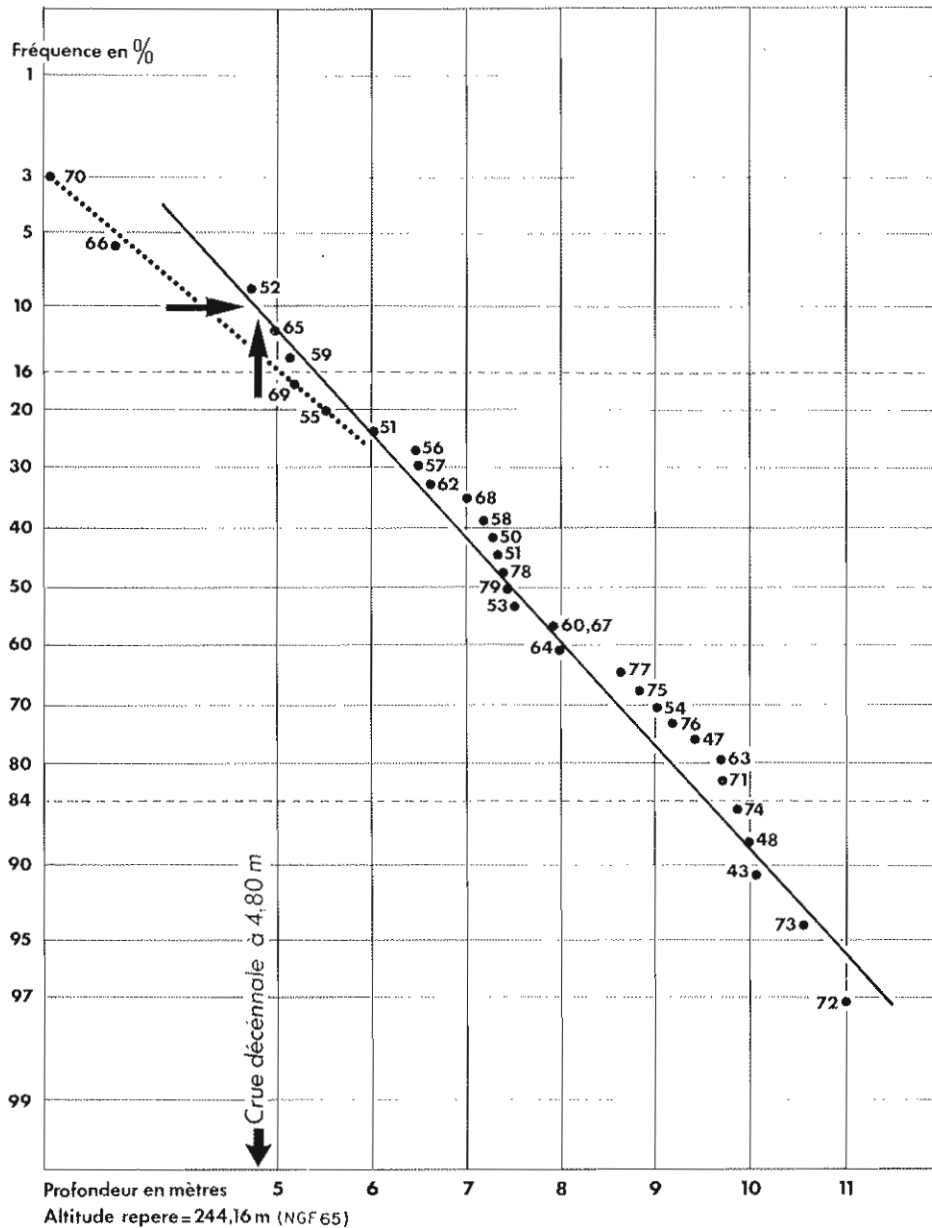


La position de la nappe phréatique est variable

(1) Les observations systématiques devront encore confirmer cette proposition et l'affirmer en précisant les durées de remontées tolérables à différentes profondeurs et pour différentes cultures.

(2) Plate-forme sur laquelle le sol sera remis en place.

Détermination du niveau de référence des hautes eaux de la nappe souterraine

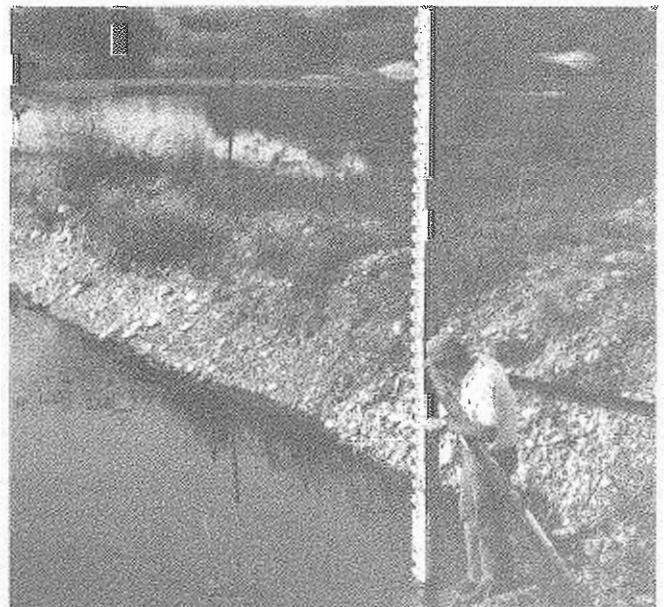


Source : Service Géologique d'Alsace (BRGM)

Rappelons, en effet, que le niveau général de références est rarement horizontal, les eaux souterraines s'écoulant généralement dans le sens d'une pente hydrogéologique. Dans la majorité des cas, il ne s'agira donc pas de fixer une seule cote de réaménagement, mais deux ou trois cotes définissant un plan de référence.

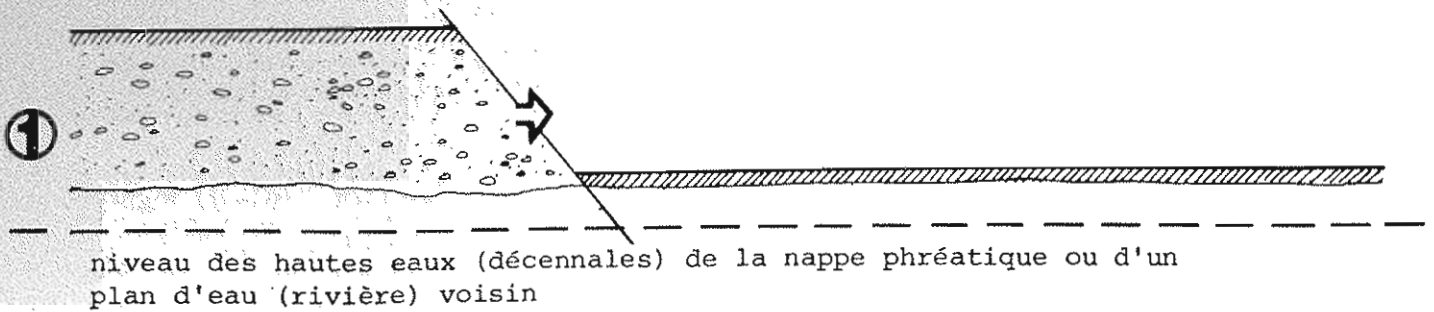
Le problème et la méthode sont analogues si la menace d'inondation ne provient pas de la nappe souterraine, mais de la proximité d'un plan d'eau libre, pouvant déborder (lit de rivière, lac ou étang). Le niveau décennal de la crue de ces eaux sera fixé par étude des variations au point de déversement le plus proche du site de la carrière, puis par rattachement de ces variations à celles des limnigraphes (échelles de hauteur d'eau) régulièrement suivis aux environs. La cote minimum de la surface de réaménagement agricole serait à établir en principe au niveau de la **crue décennale rehaussé de 0,50 m**. Encore reste-t-il, pour les cas de submersions exceptionnelles, à éviter tout effet d'érosion par le courant et à prévoir un dispositif de vidange si le site se trouve en dépression relative.

L'appréciation du niveau des hautes eaux doit se fonder sur des mesures précises interprétées par l'hydrogéologue

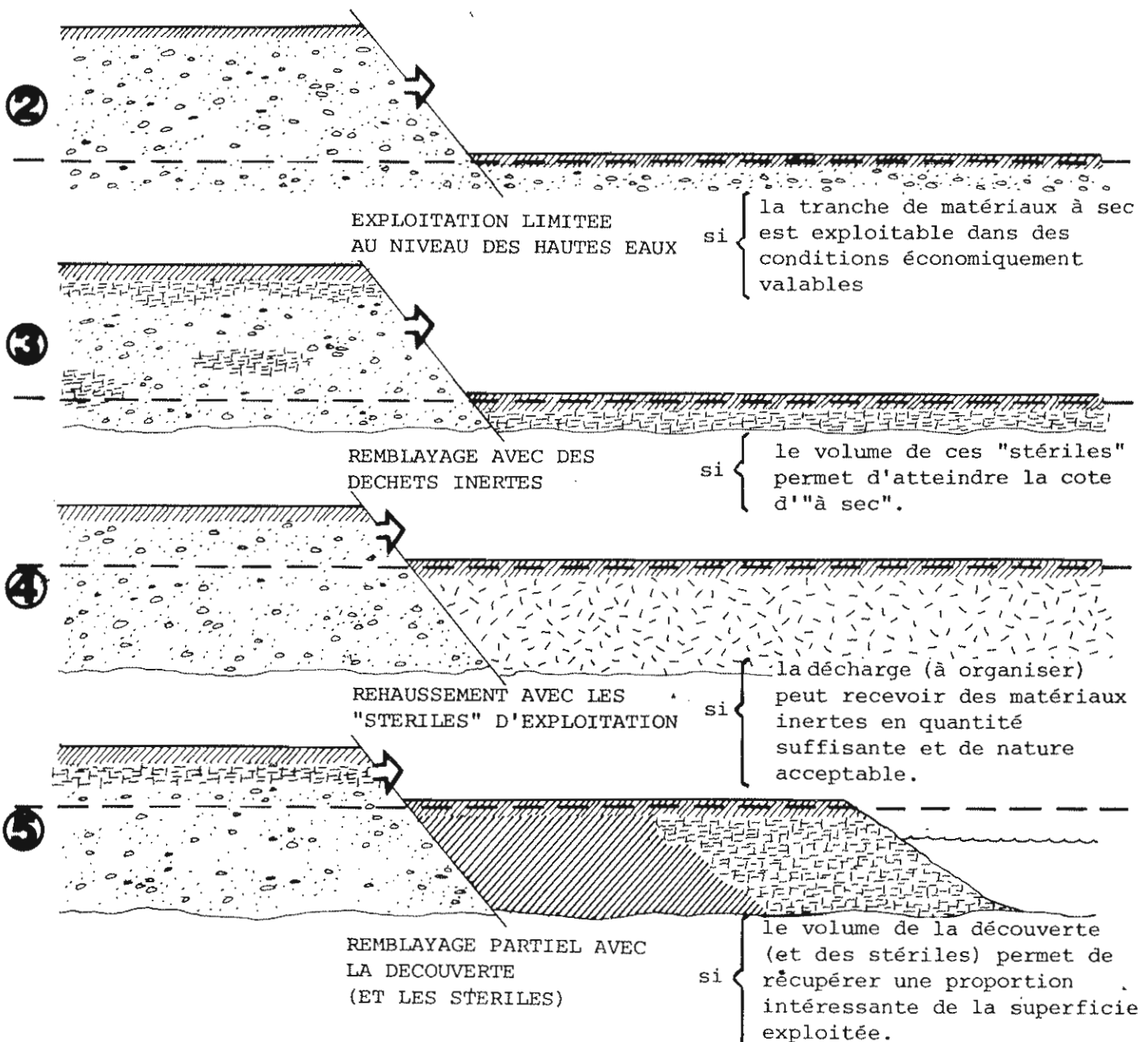


Différents cas où la remise en culture est envisageable

LE FOND DU GISEMENT SE SITUE AU-DESSUS DES HAUTES EAUX



LE FOND DU GISEMENT SE SITUE AU-DESSOUS DES HAUTES EAUX



1.2 — Pour éviter la rétention des eaux superficielles

Dans le site « en creux » que créera l'exploitation du sous-sol, il existera une probabilité sérieuse de retenir après chaque pluie les eaux de ruissellement superficielles. Les remèdes à y apporter se trouvent étroitement liés aux résultats de la reconnaissance de certains éléments du milieu physique.

Le bon écoulement des eaux d'averse exige, dans la plupart des cas, le modelage du soubassement en pentes légères conduisant vers un réseau de fossés de bordure. Or, la surface de ce soubassement, excepté dans les cas de remblayage, sera constituée du fond de fouille. Là encore, la prudence commande de recueillir toutes les données susceptibles de définir préalablement les contraintes de nivellement éventuelles. Serait-il sérieux de prévoir un aplanissement selon une pente régulière sans informations suffisantes sur la **nature de la roche** constituant le fond du gisement ni sur son **relief**, sachant que la rencontre d'un matériau compact ou d'une topographie excessivement irrégulière serait de nature à faire obstacle à la mise en œuvre ?



Zone de mouillère dans une parcelle remise en état après exploitation de carrière : faute d'avoir contrôlé les pentes

Pour autant, il n'y aura généralement pas lieu d'entreprendre une recherche portant exclusivement sur les aspects ci-dessus car, dans les conditions normales, la reconnaissance du fond, comme celle de la nappe phréatique d'ailleurs, est à mener **dans le cadre de la reconnaissance du gisement** et à l'aide des mêmes sondages. Au cours de cette démarche, on apportera une attention particulière à l'éventuelle proportion de « stériles » (tufs, limons, blocs, « fines » de lavage...) dans la mesure où la mise en œuvre de ces matériaux sera de toute façon à intégrer dans le programme des terrassements de remise en état⁽¹⁾.

Certes, le remblayage de la fouille, s'il pose par ailleurs d'autres problèmes, serait susceptible d'économiser l'examen géologique ci-dessus. Toutefois, dans tous les cas — qu'il s'agisse d'un site à restituer « en creux » ou après remblayage — une investigation préalable doit poser le problème général de l'assainissement des sols sous trois aspects :

— les **écoulements d'eaux extérieurs au site**, provenant de terrains voisins par ruissellement superficiel ou resurgences sur les talus : leur canalisation exigera-t-elle des terrassements ou des ouvrages particuliers ?

⁽¹⁾ Souvent pour apporter des solutions opportunes aux difficultés de terrassement sur le fond de fouilles, ces « stériles » sont à replacer en talus, en remblais ou en sous-couches.

— le **degré de perméabilité du soubassement**⁽²⁾ : si ce dernier est peu filtrant, le sol de recouvrement manifestera une tendance fâcheuse à l'engorgement ce qui accroîtra l'importance de l'écoulement superficiel. Or, avant de s'engager dans des travaux particuliers (pouvant comporter la mise en œuvre d'une sous-couche absorbante Cf 2.2.3), il est prudent de s'assurer à l'avance de la capacité filtrante du futur soubassement ;

— l'**évacuation des eaux de ruissellement** : en cas de difficultés probables d'infiltration, il convient de poser la question de l'évacuation des eaux hors de la dépression formée par la carrière. On recherchera alors s'il existe une possibilité de raccorder leur écoulement à un réseau de fossés déjà construits pour l'assainissement des terres d'alentour. Dans le cas contraire, l'issue est d'ordinaire à rechercher dans l'aménagement d'un réceptacle temporaire.

La solution doit évidemment se définir avant le début des travaux pour orienter, en conséquence, l'écoulement des eaux de surface en excès.

1.3 — Pour conserver la fertilité du sol

Les terres de découverte devront être décapées, transférées et régalées sur le nouveau soubassement. Comment ne pas détruire les qualités agronomiques du sol au cours de ces diverses manipulations ? La réponse tient essentiellement en une double recommandation :

- procéder à une mise en œuvre séparée de l'**horizon humifère**,
- éviter systématiquement tout compactage.

D'ordinaire, l'observation d'une coupe de sol permet de distinguer au premier coup d'œil la tranche supérieure de couleur plus foncée : l'horizon « humifère », ainsi nommé pour sa plus forte teneur en humus, produit de décomposition des matières organiques (d'origine surtout végétale). Cet horizon est également plus riche en éléments chimiques intéressant la nutrition des plantes, principalement l'azote, le phosphore et la potasse.



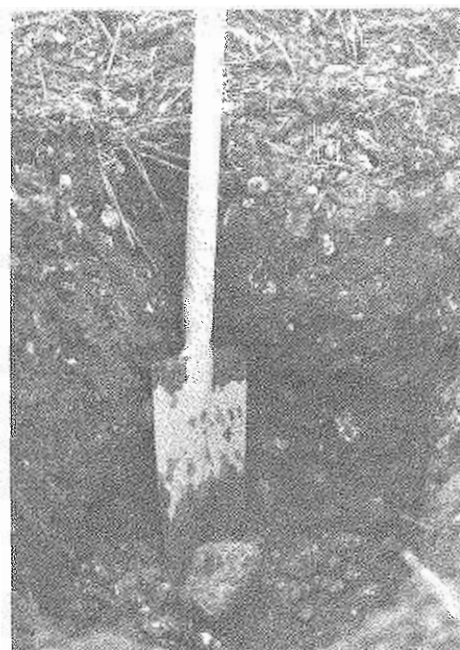
La reconnaissance pédologique ne saurait se suffire de l'observation de la coupe du sol sur un front de taille voisin : des sondages plus ou moins nombreux sont nécessaires dans la zone à découvrir

⁽²⁾ Plate-forme sur laquelle le sol sera remis en place.

A l'évidence, l'opérateur désireux de respecter la qualité du sol doit, au cours des travaux de remise en état, s'abstenir de mêler les terres de cette tranche supérieure à celles de la tranche inférieure nettement plus pauvres, sous peine d'entraîner une chute très sensible de la fertilité.

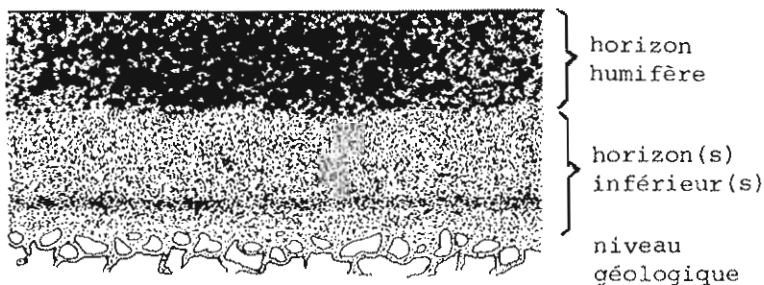
Cette exigence se traduit d'abord par un contrôle du contraste existant entre les terres des deux niveaux au moyen d'analyses d'échantillons prélevés aux mêmes endroits mais à différentes profondeurs... Puis, on procèdera à une reconnaissance pédologique de l'ensemble de la superficie devant faire l'objet d'un décapage en réalisant des sondages dans lesquels le prospecteur relèvera :

- l'épaisseur de l'horizon humifère, généralement de 10 à 50 cm,
- la profondeur totale du sol utile, de 20 à 120 cm environ d'épaisseur.

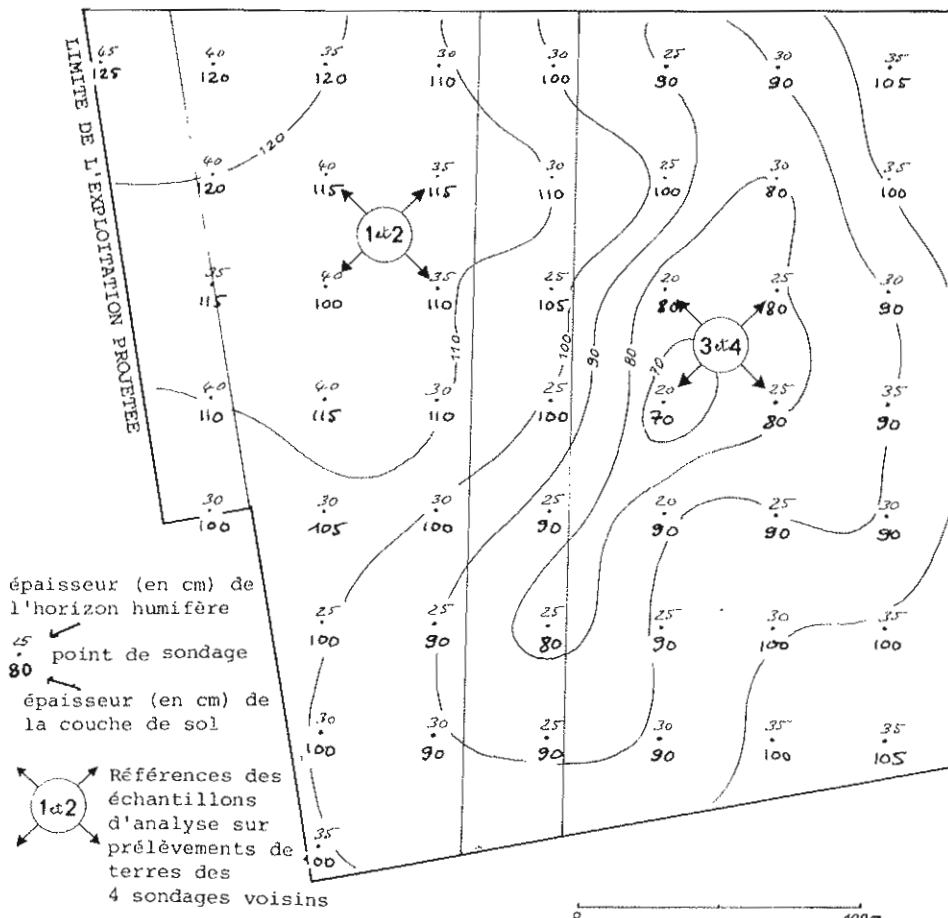


Les sondages : à la pelle (à main ou hydraulique) ou à la tarière ; jusqu'au gisement ou aux « stériles »

Schéma d'une coupe dans le sol d'origine



Exemple de carte des sols, élaborée à partir d'une reconnaissance pédologique



La densité de ces sondages (à réaliser à la tarière ou à la pelle hydraulique) peut varier de 1 à 10 par hectare, selon le degré d'irrégularité des couches du sol considéré. Il en résulte une **carte des sols** indiquant, par zone, les variations d'épaisseur des deux « passes » à opérer pour effectuer le décapage sélectivement de l'horizon humifère d'une part, des horizons inférieurs, d'autre part.

Cette carte permettra subsidiairement d'obtenir la **cubature** totale des deux catégories de terres du sol, donnée nécessaire pour l'élaboration du projet global de remise en état de culture. (Voir page ci-contre).

Par ailleurs, les analyses fournissant des indications sur la texture (granulométrie) et la structure des terres, seront utiles, en vue de définir les matériels les plus adaptés pour leur manipulation, compte tenu notamment de la sensibilité variable de ces terres au compactage.

1.4 — Synthèse des informations préalables

Les informations à recueillir (Cf. tableau ci-après) sont à collecter soit lors de l'étude ou de la notice d'impact, soit lors des sondages de l'étude du gisement. En tout état de cause, c'est seulement à l'aboutissement de cette démarche de reconnaissance du milieu que l'exploitant sera en mesure, le cas échéant, d'assurer de façon crédible que le site de sa future carrière a vocation pour une remise en état à des fins agricoles.

Une telle investigation, conduite de façon systématique, permettra parfois de déceler une cause de **blocage** qu'aucun indice apparent ne laissait prévoir : par exemple, un fond de gisement à un niveau inondé en moyenne une année sur deux sans perspective suffisante d'approvisionnement en matériaux de remblayage, ou bien un recouvrement d'épaisseur insuffisante sur sous-sol devenu rocheux après l'extraction, ou encore l'impossibilité de prévoir une bonne évacuation des eaux de ruissellement destinées à stagner dans le site au soubassement imperméable...

Dans l'hypothèse inverse, si une réutilisation pour la culture apparaît vraisemblable, les renseignements obtenus sur la nature et les caractéristiques du site que créera l'extraction seront indispensables pour élaborer en bonne connaissance de cause un **projet** de travaux adapté à l'objectif agricole poursuivi.

DONNÉES DE RECONNAISSANCE DU MILIEU A OBTENIR AVANT L'ÉLABORATION DU PROJET DE REMISE EN ÉTAT A DES FINS AGRICOLES (étude ou notice d'impact)

Point à préciser	Éventualité
1 niveau des hautes eaux décennales	→ seulement si → inondation ou engorgement risquant de provenir du relèvement périodique du niveau de la nappe phréatique, d'un cours d'eau ou d'un plan d'eau voisin.
2 fond du gisement	→ seulement si → il est établi que 1 se situe au-dessous de la base de gisement sur toute la superficie de l'exploitation.
3 matériaux de remblayage	→ seulement si → il est établi que 1 se situe au-dessus de la base du gisement ne serait-ce que pour une partie de l'exploitation.
4 probabilité de déversement d'eau de ruissellement sur le site	→ dans tous les cas
5 point d'évacuation des eaux de ruissellement du site (emplacement, niveau)	→ dans tous les cas surtout s'il est établi que 2 ou 3 est un peu perméable
6 les sols : • caractéristiques des 2 niveaux • carte des épaisseurs	→ dans tous les cas
7 les stériles : caractéristiques et volumes	→ seulement si → l'étude du gisement a décelé l'existence de matériaux inutilisables.

2 — Les opérations de terrassement

2.1. — Les conditions générales

En matière de travaux de remise en état, l'exploitant de la carrière recherche d'une part la limitation des contraintes et des délais, d'autre part la qualité des résultats. Dans une certaine mesure, la prévision correcte des tâches et leur programmation est susceptible de minimiser l'opposition existant entre ces deux points de vue. Efforçons-nous, dans cet esprit, de commenter brièvement chaque phase des terrassements liés au transfert des sols. Ces tâches de remise en état débutent pratiquement après que l'extraction ait dégagé une excavation initiale minimum non seulement pour constituer la première « tranche » de plate-forme destinée à la reprise de la culture, mais aussi, ne l'oublions pas, pour permettre l'évolution des engins de l'exploitation et éventuellement le montage des installations de traitement, l'entrepôt des matériaux, la décantation... Les terres du décapage de ces surfaces seront, exceptionnellement, stockées à long terme.

2.1.1. LA PRÉPARATION DU SOUBASSEMENT

Les travaux de préparation de la plate-forme destinée à recevoir les terres de sol constituent, dans les conditions normales, la première tâche de remise en état à réaliser, dès que l'extraction est suffisamment avancée pour que débute le programme de restauration des sols prévu. Ces travaux visent à assurer ultérieurement des conditions satisfaisantes d'exploitation agricole. Ainsi :

- la régularisation du sol rendra possible le roulement continu des matériels de culture et évitera toute dépression ou contre-pente susceptible d'attirer les eaux de ruissellement en « mouillères ». Mais dès lors que les terres de sol seront à régler en couche d'épaisseur uniforme, le « planage » du terrain est à effectuer au niveau du soubassement lui-même. A l'achèvement des inégalités, + ou - 5 cm peuvent être acceptables ;

- une pente générale sera donnée à la surface, supérieure à 0,5 % ⁽¹⁾ pour faciliter l'évacuation par ruissellement des excédents de pluie ; une pente secondaire (0,2 % environ)



Les repères de pente du soubassement sont à régler avec une certaine précision

pourrait être utile également en cas d'engorgement fréquent du terrain, en vue de permettre l'établissement d'un réseau de drainage. Pour la bonne réalisation du travail, le chef de chantier fera implanter des piquets marqués aux cotes indiquées au projet ;

- un **défoncement** de la surface par passage du riper améliorera l'assainissement du sol. Si le soubassement local est peu perméable, son éclatement est de nature à augmenter



Passage du riper sur un soubassement constitué de remblai avant dépôt des terres de recouvrement

la profondeur d'infiltration — donc la capacité absorbée — mais il faudra alors prendre d'autres précautions pour la constitution de la couche de recouvrement. Si le soubassement est bien perméable, le riper désagrége la croûte compactée formée par le roulement des véhicules et susceptible de faire obstacle à l'infiltration. Selon les caractéristiques de ce soubassement, le défoncement s'effectue en deux passages croisés ou en un seul dans le sens de la plus forte pente, à une profondeur variant entre 0,30 et 0,80 m. Il est recommandé de n'y procéder qu'au dernier moment, juste avant le dépôt des terres de recouvrement, afin d'éviter de voir détruit l'effet de ce défoncement lors de la circulation des tombereaux ou engins apportant ces terres.

2.1.2. — LA DÉCOUVERTE DU SOL

Lors des opérations de manipulations des terres de surface, il convient d'apporter un certain nombre de précautions que l'on ne peut admettre et appliquer que si l'on considère cette couche de sol non pas comme un simple « matériau », mais comme un milieu biologique avec ses caractéristiques propres. De par sa composition chimique (principaux fertilisants et matières organiques), sa texture (granulométrie) et sa structure (disposition plus ou moins grumeleuse), la couche du sol d'origine se prête naturellement à la production végétale.

(1) Par rapport à l'angle de la verticale avec l'horizontale.



Deuxième passe pour le décapage de l'horizon inférieur

Le respect avec lequel on manipule avant et après l'exploitation du sous-sol conditionne la qualité et le délai de la reprise agricole.

Que faut-il considérer comme sol dans les terres de « découverte » ? La question se pose lorsque, au-dessus de la couche de matériaux de carrière, on doit décaper une épaisse tranche non exploitable.

Très « grosso modo », toute l'épaisseur traversée par les racines en place doit être considérée comme utile ; soit généralement un mètre en terrain ordinaire.

Toutefois, il importe de traiter séparément la partie superficielle, l'« horizon » humifère, généralement de couleur plus foncée et plus moelleux au toucher. C'est la couche la plus utile pour le développement des végétaux.

Si l'examen pédologique conclut que cet horizon supérieur n'est pas nettement individualisé ⁽¹⁾, il n'y a guère d'avantage à l'isoler, mais le fait est peu fréquent.

Par contre, et c'est le cas habituel, si l'on observe une distinction nette, il y aurait **préjudice pour la productivité agricole à opérer un brassage entre niveaux plus et moins riches**. Un tel mélange entraînerait une diminution de la fertilité que l'on ne saurait rétablir qu'en comptant avec le temps ou avec des apports importants d'amendement organique. Il faut donc recommander en principe un **décapage « sélectif »**.

Dans ce cas, l'étude pédologique préalable déterminera l'épaisseur de la première tranche de découverte.

Dans la pratique, quel que soit l'engin utilisé, il n'est guère possible de décaper régulièrement une couche très fine. Aussi, pour le décapage sélectif, est-il raisonnable de fixer à 20 cm le seuil d'épaisseur minimum de la **PREMIÈRE COUCHE**. Si l'horizon humifère n'atteignait pas ces 20 cm d'épaisseur, il serait alors concevable d'accepter un certain taux de mélange avec un horizon inférieur jusqu'au seuil de profondeur de 20 cm.

La **DEUXIÈME COUCHE** de découverte, quoique moins fertile, est nécessaire à la reconstitution du sol agricole. En effet, les horizons inférieurs complètent naturellement l'horizon humifère pour le développement du système racinaire des cultures, notamment par leur réserve en eau.

(1) En considérant notamment le taux de matières organiques et la texture (proportion d'argile, de limons et de sables, sans omettre les éléments grossiers).

Insistons surtout sur les **pratiques à éviter** lors du décapage :

- ne pas effectuer la découverte sur sol détrempe, par exemple par temps pluvieux, ou si la nappe en position haute vient au contact des horizons à décapier, car le malaxage dans des conditions d'imbibition tend à délayer la structure du sol ;

- ne pas utiliser une surface à découvrir ultérieurement comme plan de roulement pour les véhicules et engins à pneus susceptibles de tasser la couche humifère en plaque compacte ;

- ne pas pousser les amas de sol de découverte sur de longues distances (supérieures à 20 mètres en conditions habituelles) de peur de porter atteinte à la consistance de la terre par des mouvements de pression excessive (laminage) ou d'écrasement (pétrissement, pulvérisation).

Dans ces limites, les engins utilisés habituellement pour les travaux de carrière sont aptes à opérer la « découverte » : boueur, pelle hydraulique ou chargeur. De même, la dragline, généralement peu usitée lors du décapage, se révèle habile à cette tâche qu'elle effectue sans aucun compactage. Par contre, le motor-scraper est à écarter d'une façon générale car ses pneus forment des bancs de tassement par leurs passages répétés ; par ailleurs, cet engin maîtrise malaisément la régularité du décapage d'une couche d'épaisseur inférieure à 40 cm.

Quant à la séparation entre l'horizon humifère d'une part et les horizons inférieurs d'autre part, et le cas échéant entre ces derniers et une couche sous-jacente de matériaux stériles, elle s'opère d'ordinaire aisément : le conducteur de l'engin avec un minimum d'habitude repère les transitions au simple coup d'œil car l'aspect — la teinte surtout — de chaque niveau permet de le distinguer sans peine. En tout état de cause, le responsable du chantier dispose des résultats de la reconnaissance pédologique où la carte des sols précise les épaisseurs à découvrir sur le fond de plan parcellaire.



Chaque fois que ce sera possible on préconisera une formule de transfert du sol économisant le transport des terres par véhicules bennes. Ci-dessus un demper.

2.1.3. LE TRANSPORT

Pour le transport, la terre du sol peut créer des problèmes à certains véhicules de chantier car lorsqu'elle contient une bonne proportion d'argile, il arrive qu'elle « colle » au contenant, d'où la nécessité d'affecter au transfert de préférence des bennes à levage de forte inclinaison.

Sous réserve d'étude, on doit déconseiller l'usage du transport hydraulique de la couche humifère, après mise en solution sur le lieu de la découverte et refoulement dans une conduite. Ce procédé suppose, en effet, une dispersion de la structure de cette couche sans que l'on ait de garantie en ce qui concerne la reconstitution rapide de cette structure après séchage et la régularité de l'épaisseur de la couche déposée. Par contre, ce problème est moins aigu pour les horizons inférieurs. Enfin, le transport hydraulique ne semble pas présenter de contre indication de principe en ce qui concerne la mise en place d'un remblai constitué de stériles à condition d'accepter un délai supplémentaire pour le séchage (et parfois la pose d'un réseau de drainage).

La minimisation de la tâche du transport comporte de sérieux avantages en matière de coûts comme de programmation de chantier. Soulignons donc ici l'intérêt de la dragline qui, utilisée judicieusement, permet d'économiser l'emploi de véhicules. Une autre méthode, celle du déversement en bas du front d'exploitation place les terres directement à pied d'œuvre (cf. 3.1.3) à condition que les matériaux constituant ce front ne s'éboulent pas simultanément.

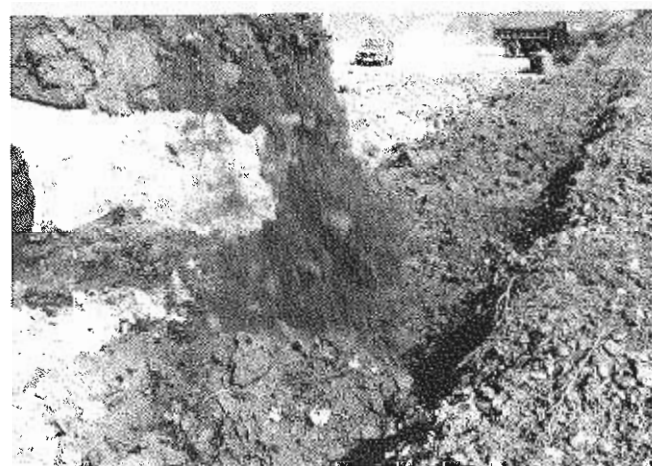
2.1.4. LE STOCKAGE ÉVENTUEL

A priori, le stockage prolongé des terres arables est **déconseillé** pour trois raisons :

1. Un lessivage des parties superficielles peut s'exercer préférentiellement sur des terres ameublées par les manipulations de la découverte et entreposées ensuite telles quelles (mais aucune étude systématique n'a été entreprise pour confirmer le fait) ;
2. L'installation de systèmes racinaires profonds par la végétation spontanée (arbustes et arbres) peut apporter une gêne lors de la remise en place ultérieure ;
3. Le dépôt et la reprise des terres créent des occasions de pollution de ces terres.

Toutefois, ces risques n'existent pas dans tous les cas ; aussi, des remises en état agricole réussies ont-elles pu être menées à bien sur terres arables replacées après un stockage de plusieurs années.

Pratiquement, il semble que ce soit surtout la bonne économie de l'exploitation de la carrière ⁽¹⁾ qui conduise à préconiser une rotation des terres du sol à l'état frais, avec recou-



Lorsque le sol d'origine présente un horizon humifère distinct il importe de le respecter en pratiquant un recouvrement en deux couches superposées. Ci-dessus dépôt des terres d'horizon inférieur.

(1) D'une part, abaissement du prix de revient du transfert par suppression d'une reprise ; d'autre part, gain d'espace sur le terrain de l'exploitation.

vrement (sur le secteur déjà exploité) aussitôt après la découverte du secteur à exploiter, sans dépôt intermédiaire ou après une courte période d'entrepôt. L'exploitant agricole y gagne également car les sols réaménagés lui sont ainsi restitués dans un délai minimum.

Néanmoins, lorsque le dépôt en stock est indispensable (en deux tas distincts), on doit recommander :

- de ne pas le constituer sur plusieurs « étages », ce qui implique à mi-hauteur des compactages par roulement des véhicules, mais à hauteur maximum de bras de pelle ou de chargeur ;
- de le profiler en « dos d'âne » au buteur afin d'éviter l'infiltration des eaux de pluie, lesquelles s'accumuleraient à la base et y détrempaient les terres durant toute la durée de l'immobilisation ;
- d'effectuer si possible un semis de ray-grass (à la volée) afin d'occuper le sol et faire obstacle à l'installation d'autres végétaux gênants.

2.1.5. LE RECOUVREMENT

2.1.5.1. Les épaisseurs

L'opération de recouvrement par les terres du sol consiste en l'inverse de l'opération de découverte. C'est ainsi que les horizons inférieurs seront disposés en sous-couche et surmontés ensuite de l'horizon humifère.

L'ensemble doit, en effet, atteindre une épaisseur minimum qui ne reflète pas nécessairement celle du sol initial : cette dimension sera variable selon le système cultural envisagé et la nature du soubassement.

A titre indicatif, précisons l'épaisseur minimum de couche de sol apparaissant nécessaire pour la reprise des différents types de cultures.

	sur soubassement perméable	sur soubassement peu perméable (remblai par exemple)
— prairie permanente	20	50
— céréales, maïs, fourrage, maraîchage de plein champ	(50) 60	100
— arboriculture	70	100

Remarque : Les espèces cultivées apportent un facteur de variation par le développement et la pénétration de leurs racines. Toutefois, une référence trop précise à telle culture pourrait réduire la capacité culturale du sol jusqu'à une monoculture, ce qui en limiterait l'usage.

• La nature du soubassement influe :

1. par des risques de heurts contre le fond dur à la suite desquels les instruments agricoles se détérioreraient et des blocs provenant du soubassement remonteraient vers la surface ;

2. par la réserve en eau du sol, étant entendu qu'un constituant massif (roche, remblai homogène) a tendance à retenir les eaux d'infiltration à sa surface supérieure. De ce fait, on observe parfois dans les cultures du fond un progrès par rapport à celles du terrain d'origine ; ainsi, au fond de certaines carrières, les cultures trouvent-elles un sol plus frais sur soubassement marneux. Toutefois, cette tendance est en général ressentie négativement car elle se révèle susceptible de provoquer un engorgement fréquent du sol (à chaque période pluvieuse et surtout en saison hivernale lorsque l'évaporation est faible) du fait du blocage des eaux d'infiltration au-dessus du



Sur soubassement peu perméable le recouvrement, absorbant, sera prévu sur une épaisseur suffisante (1 m comme ci-dessus à gauche), afin d'éviter qu'en saison humide la partie superficielle du sol ne se trouve engorgée (comme ci-dessus à droite).

soubassement. Il convient alors de surévaluer l'épaisseur du sol de recouvrement afin d'améliorer les conditions d'assainissement.

En résumé et pour viser un ordre de grandeur général, estimons que pour des cultures annuelles, il serait hasardeux de rétablir moins de 60 cm de sol sur fond perméable et moins de 1 m sur fond peu perméable.

Ces épaisseurs représentent, rappelons-le, celles de la couche de sol totale : horizon humifère + horizons inférieurs, et non celle de la partie humifère seule (dite aussi terre « végétale »).

Quant au tassement du sol après mise en place à partir des terres « foisonnées », il n'a été donné que rarement l'occasion de l'observer de façon sensible.

2.1.5.2. Eviter tout compactage en profondeur

Le croquis, ci-après, illustre les dangers de l'accès de véhicules-bennes sur la couche inférieure lors du dépôt de la deuxième couche du sol de recouvrement. La surface intermédiaire serait alors l'objet de tassements irréguliers au gré des trajets des roues. Dans ces conditions d'impact, la structure des horizons inférieurs est détruite ou durablement atteinte par les compressions dues aux passages répétés ; d'autre part, le niveau de compactage créé constitue un obstacle pour l'infiltration des eaux et l'assainissement du sol.

Un défonçage terminal, même en plusieurs passages, n'apporte pas de correction adéquate à ce défaut car les dents des rippers courants ne s'enfoncent effectivement guère à plus de 0,30 m, ce qui est insuffisant pour ameublir la partie supérieure compactée de la sous-couche du sol. Par ailleurs, l'intervalle entre les dents du ripper ou de la sous-soleuse laisse subsister de grosses mottes dures à mi-profondeur ; la couche contenant ces blocs ne constitue pas un milieu propice à l'exploration racinaire des plantes cultivées. Le défaut serait durable et les outils agricoles ordinaires ne modifieraient pas cette malfaçon car ils ne dépassent guère 25 cm de profondeur. Si l'on recourait à la charrue défonceuse qui travaille jusqu'à 50 cm et plus, le résultat serait de remonter à la surface les terres des horizons inférieurs.

Pour ce type de décompactage, il n'existe à notre connaissance que certains chisels sous-soleurs spéciaux possédant les deux caractéristiques suivantes : d'une part, un intervalle entre les dents ≤ 50 cm, d'autre part une profondeur de travail ≥ 60 cm ; encore, ces outils exigent-ils des conditions de traction particulières. Au reste, il paraît illusoire d'attendre d'eux qu'ils recréent la structure et la microporosité détruites. Tout au plus peut-on prévoir qu'ils parviennent à réparer les inconvénients causés par le passage des chenilles mais pas ceux des engins roulants.

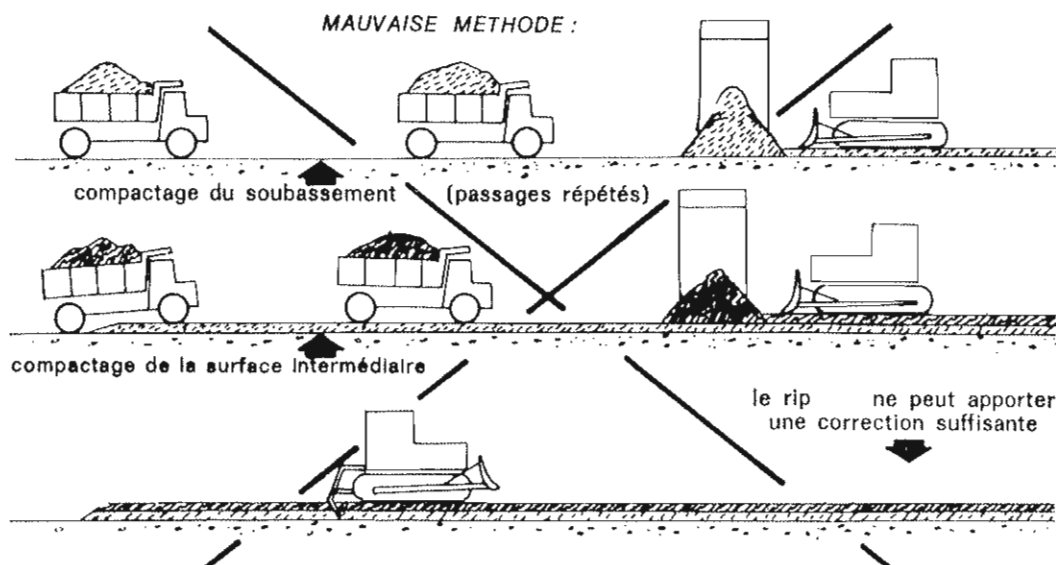
En conséquence, afin de conserver le sol bien structuré et aéré, constituant un bon milieu d'accueil et de nutrition pour les parties souterraines des plantes, il convient de tenir les camions et dumpers hors de la surface en cours de régalage.

Une fois les terres déposées, il faut les étaler selon une couche régulière. Les terrassiers nomment cette opération le régalage.

Les engins de régalage les mieux adaptés sont :

— pour la sous-couche : la pelle hydraulique car elle travaille « en rétro » depuis le soubassement sans fouler la surface

Le dépôt des terres





Lorsque les terres de sol ont été compactées à mi-profondeur par le roulement d'un engin, les racines des cultures « coudent » sur l'obstacle (ci-dessus). Le chisel — sous-soleur, mieux que le riper, brise une « semelle » de compactage — sans toutefois corriger totalement ce défaut (ci-contre)

intermédiaire, son rendement est accru par une rallonge de bras (+ 2 m) et l'utilisation d'un godet large (godet de curage par exemple) ; le chargeur peut également faire l'affaire dans la même position ;

— pour la couche humifère : le chargeur à chenilles ou le boteur travaillant sur la surface définitive ; la pelle hydraulique régale le dernier horizon soit depuis le soubassement, soit, plus commodément encore, depuis la surface définitive (mais dans ce cas un dernier surfacage du boteur est recommandé).

2.2. Les cas plus complexes

2.2.1. LORSQUE LE SOUBASSEMENT DOIT ÊTRE REHAUSSÉ PAR UN REMBLAYAGE

Si, après l'exploitation des matériaux, le fond de fouille doit être submergé ou menacé de submersion, un comblement partiel ou total de l'excavation est nécessaire pour atteindre le niveau minimum de « terre ferme ». Dans ce cas, la remise en état à des fins agricoles reste envisageable — même sur une superficie inférieure à celle d'origine — sous réserve toutefois que l'opérateur garantisse les trois conditions suivantes :

a) L'approvisionnement en matériaux de remblayage.

D'ordinaire, ils sont constitués par des déchets « inertes », mais aussi par des refus d'exploitation (« stériles » ou excédents de découverte). Toutes assurances devront être préalablement obtenues concernant tant la nature de ces matériaux (compatibles avec la qualité des eaux souterraines) que leur quantité et surtout leur cadence d'apport au regard de l'avancement de l'extraction.

b) La stabilité du terrain

Les déformations ultérieures de la surface remblayée, par suite de tassements dans la masse, seraient de nature à gêner l'écoulement cohérent des eaux de ruissellement superficielles. A cet égard, plusieurs précautions de principe se révéleront utiles :

— le dépôt du remblai par couches horizontales successives est à préférer au déversement vertical des matériaux ;

— les éléments creux ou de gros diamètre (>50 cm) s'ils sont en nombre, seront placés au plus profond et exclus de la tranche des 4 m supérieurs ;

— le déchargement direct dans le plan d'eau est à éviter, au moyen d'un pompage s'il est possible.

Au cas où ces précautions ne pourraient être prises, il est alors recommandé de « laisser jouer » pendant un délai minimum d'environ deux ans le remblai mis en place et de ne poursuivre la remise en état (nivellement définitif et recouvrement) qu'à l'issue de cette période.



Remblayage en cours avec des déchets inertes

c) La circulation de l'eau dans le sol et le sous-sol.

Il s'agit d'assurer d'une part l'infiltration des eaux de précipitations, d'autre part l'écoulement des eaux de la nappe phréatique. Or, il se révèle que, par suite des conditions inhérentes aux opérations de comblement, une masse remblayée présente généralement une perméabilité plus faible que celle des terrains d'origine environnants ;

— l'**engorgement** du sol par les eaux de précipitations sera évité grâce aux solutions déjà indiquées ci-dessus, selon le degré de perméabilité du soubassement : simple défoncement, surépaisseur du recouvrement (sous-couche), augmentation de l'inclinaison de la pente du terrain ; en conditions particulièrement difficiles, il faudra envisager la pose d'un réseau de drainage ;

— un éventuel blocage de l'écoulement souterrain des eaux de l'aquifère par une masse de matériaux de remblayage imperméables pourrait aboutir à modifier les niveaux phréatiques soit par relèvement en amont, soit par rabattement en aval. Les conséquences seraient donc très dommageables.

Dans ces conditions, la cohérence devra être prévisionnellement établie entre l'écoulement des eaux souterraines et le remblayage :

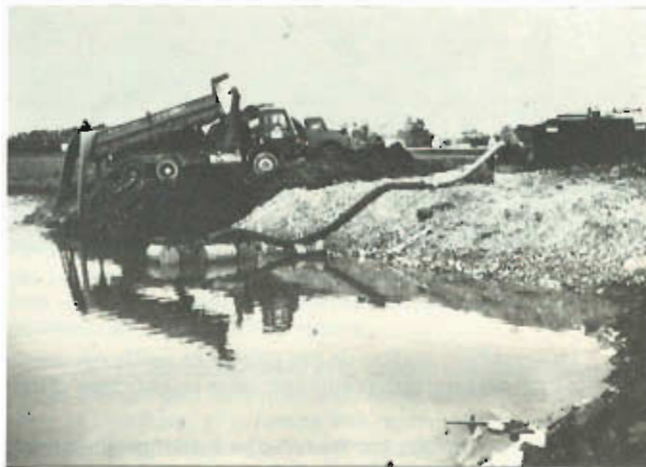
— au niveau du gisement, par un schéma d'exploitation et de réaménagement coordonnés par exemple ;

— au niveau de l'exploitation, par l'étude d'impact qui prévoira notamment que le comblement en cours progressera vers l'aval et non vers l'amont, de peur de créer un barrage susceptible de rehausser le niveau du plan d'eau à remblayer.

Éventuellement seront prévus soit des drains en travers du remblai, soit des bandes de gisement à laisser en place, disposées dans le sens de l'écoulement de la nappe.

L'énoncé des contraintes ci-dessus fait apparaître le caractère plus complexe et plus onéreux de la remise en état agricole des carrières en site aquatique. On doit, en particulier, souligner la difficulté d'établir une programmation de l'avancement dans la mesure où une phase « remblayage », de durée rarement maîtrisable, s'intercale alors parmi les opérations précédemment définies. En pratique, hors des zones voisines des grandes villes, le comblement doit s'effectuer avec des matériaux locaux et ne permet d'ordinaire de ne récupérer qu'une

partie du terrain exploité. Aussi, en principe, pour assurer de bonnes perspectives de remise en état agricole, est-il préférable de limiter l'extraction à la hauteur de la remontée décennale du plan d'eau, chaque fois que l'exploitation « au sec » est économiquement viable.



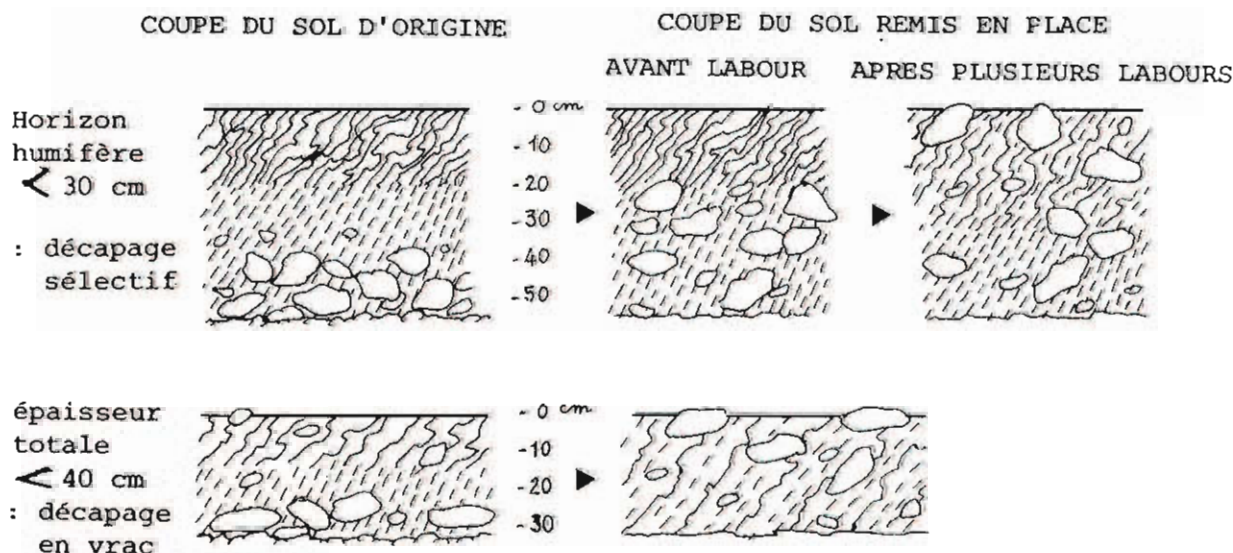
Le pompage facilite l'opération de remblayage et garantit une meilleure stabilité du futur soubassement

Photo BDPA

2.2.2. LORSQUE LE TRANSFERT DES SOLS A « REMONTÉ » LES CAILLOUX.

Sur sols minces, inférieurs à 40 cm d'épaisseur totale, la manipulation des terres entraîne parfois inévitablement une diffusion des cailloux lorsque le fond de la découverte contient une forte proportion d'éléments grossiers. Cette éventualité peut être préjudiciable à la qualité du sol remis en place si ces cailloux atteignent un fort taux de pierrosité, constitué par des éléments gênant le travail mécanique (diamètre ≥ 10 cm). Ainsi, dans les deux cas ci-dessous :

Exemple des situations où un épierrage est nécessaire





Le transfert du sol a parfois pour effet d'entraîner l'apparition de cailloux dans la couche arable (ci-dessus).

Lorsque l'élimination de ces pierres se révèle nécessaire avant la mise en production agricole, deux méthodes s'offrent alors :

1) le concassage (après hersage à terrage forcé). Les éléments grossiers de la surface sont battus et broyés par un pesant rotor métallique tracté. Le taux acceptable d'usure de l'appareil n'est compatible qu'avec une certaine friabilité de la roche concernée (calcaire de préférence).

2) la collecte. Premier passage pour mise en lignes, deuxième passage pour ramassage, montée sur tapis roulant et déversement dans une remorque. La méthode est valable pour toutes les duretés, mais pose le problème du lieu de décharge (possibilité de constituer la pente des talus abrupts).

Ces procédés⁽¹⁾ requièrent un sol bien sec ; leur efficacité est conditionnée par des passages ultérieurs à l'issue de la première campagne de culture.

D'autres cas de pierrosité sont occasionnés par de simples négligences ou maladresses dans la conduite du chantier :

par exemple, utilisation de terres extérieures de provenance douteuse, recouvrement d'épaisseur insuffisante au-dessus d'un remblai chargé de blocs, passage inconsidéré de riper profond... Les éléments gênants se présentent alors généralement en moins grand nombre que dans les cas de figure ci-dessus, mais sous l'aspect de pierres de plus grandes dimensions : pour ces deux raisons, les méthodes mécaniques proposées (cf. supra) ne sont pas appropriées pour leur élimination ; il ne reste guère que la solution pénible de l'épierrage manuel.

2.2.3. LORSQUE L'ÉPAISSEUR DE TERRE PROVENANT DE LA DÉCOUVERTE DOIT ÊTRE RENFORCÉE POUR LE RECOUVREMENT.

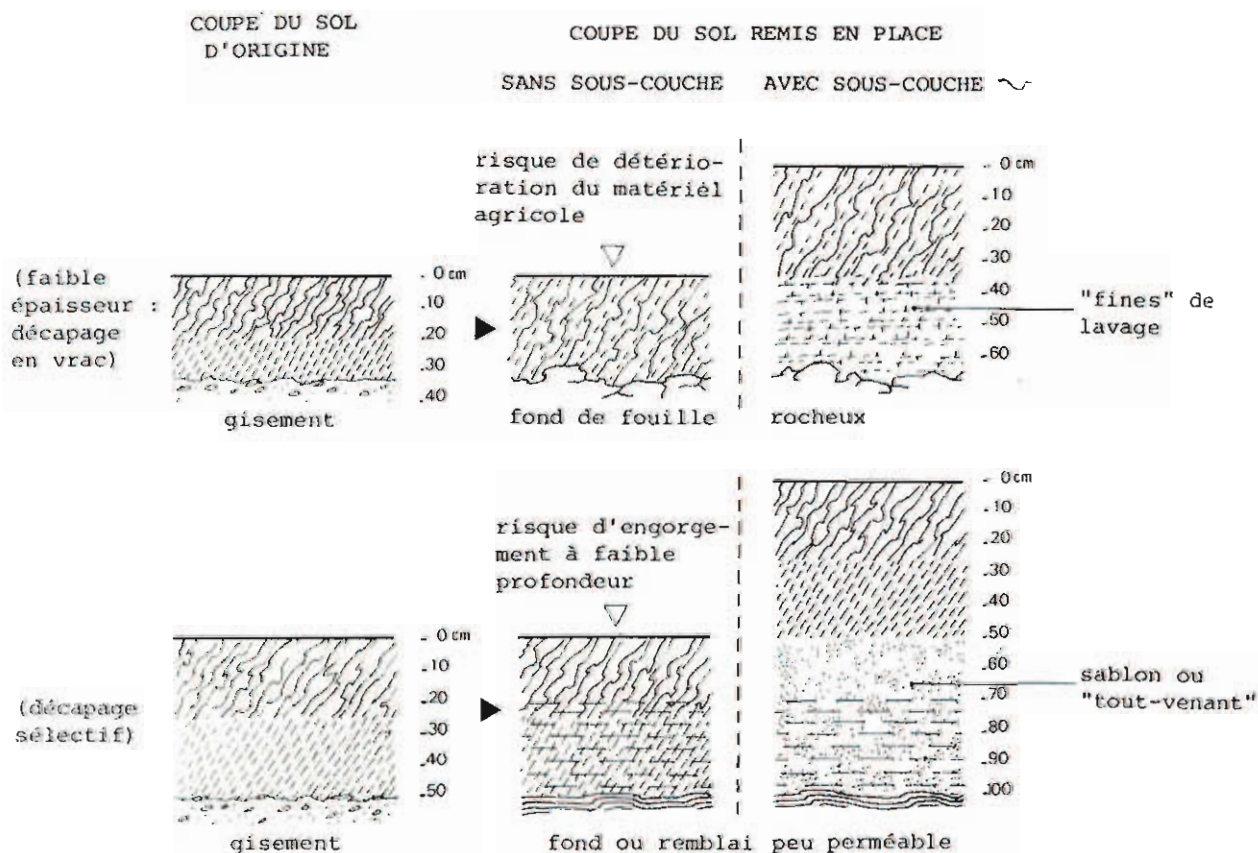
Le cas n'est pas rare. Il peut se rencontrer surtout lorsqu'un sol, cultivable dans sa situation d'origine sur sous-sol de granulats, présente une épaisseur insuffisante après transfert sur un soubassement rocheux ou peu perméable (cf. 2.1.5.1. p. 14).

Si aucun apport de terres extérieures de qualité convenable n'est possible, on peut alors adjoindre une sous-couche constituée d'un matériau meuble inerte provenant de l'exploitation : tout-venant, sablon, « fines » de lavage des granulats⁽²⁾. Pour permettre une bonne infiltration des eaux de précipitations, cette sous-couche rapportée devra a priori exclure les granulométries uniformément grossières comme les teneurs excessives en argile ($\geq 20\%$).

Intercalée entre le soubassement et le sol, elle sera réglée sur l'épaisseur complémentaire désirée, comme s'il s'agissait d'un horizon inférieur (cf. 2.1.5.2.) par le godet d'un engin, ce dernier évitant soigneusement de fouler sa surface.

(1) On peut citer également le criblage des terres, lequel requiert un stockage.

(2) Si les « fines » de lavage sont à retirer d'un ancien bassin de décantation, leur extraction se fait le plus commodément à la dragline et doit être suivie d'une période de séchage (une quinzaine de jours en été) avant mise en œuvre.



3 — L'organisation du transfert des sols

3.1 — Les chantiers-types de transfert des sols

Pour la reconstitution du sol agricole, il n'existe pas une méthode obligatoire fixe, mais plusieurs formules-types autorisant entre elles des combinaisons diverses.

Ces différentes formules-types ont un triple intérêt :

- elles évitent le compactage du sol, par le moyen de la manipulation simultanée des terres de l'horizon humifère et celles des horizons inférieurs, ce qui conduit à la confection de bandes de régalage superposant les deux catégories de terres ;

- elles permettent une remise en état « à l'avancement », c'est-à-dire suivant l'extraction, d'où l'avantage pour l'exploitant de la carrière de supprimer la quasi-totalité des stockages de terres de découverte et pour l'exploitant agricole de voir réduit le délai d'attente avant la reprise de la culture ;

- enfin, s'adaptant aux différents types de matériels d'extraction, elles laissent au carrier le choix du procédé, selon la constitution et la disponibilité de son parc d'engins. En effet, les trois formules proposées ci-dessous sont également efficaces sur le plan technique ; il appartient donc au maître d'œuvre de décider en faveur de l'une ou l'autre en fonction de ses contraintes propres.

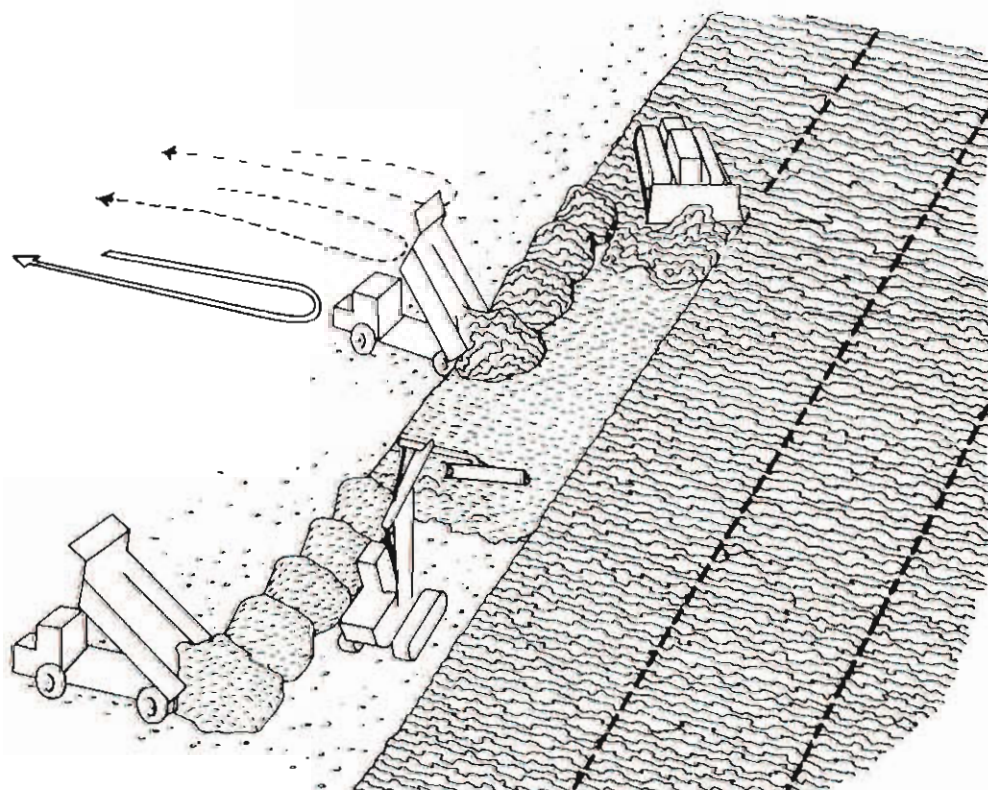
Schématiquement, on peut représenter ainsi le déroulement de la mise en œuvre selon les trois méthodes possibles, dénommées suivant l'engin principalement utilisé (voir pages 20-21-22).

Les trois types de chantiers ci-après ne sont évidemment pas immuables dans leurs modalités. Selon les contraintes propres à chaque exploitation, des modifications peuvent être apportées dans la mesure où sont respectés les principes généraux énoncés précédemment.

Ainsi, dans le premier et le second cas, le boteur pourrait se charger seul de la mise en couche de l'horizon supérieur ; dans le troisième, si la nature des matériaux de la carrière ne permet pas le déversement ou si la zone de décapage est éloignée, le recours aux dumpers ou tombereaux reste concevable (déchargeant la terre de la couche inférieure puis la terre humifère devant la bande à recouvrir, etc...).

Chaque exploitation constitue un cas particulier. Aussi, la conception du projet de remise en état nécessite-t-elle non seulement la connaissance du parc d'engins dont disposera le carrier mais encore un essai matériel de fonctionnement avant le début des travaux. En sus de sa valeur de test pratique, cet essai a pour but de familiariser les conducteurs avec des tâches qu'ils n'ont généralement pas l'habitude d'effectuer de la sorte.

Variante de la méthode décrite



3.1.1. MÉTHODE « BENNES ET PELLE »

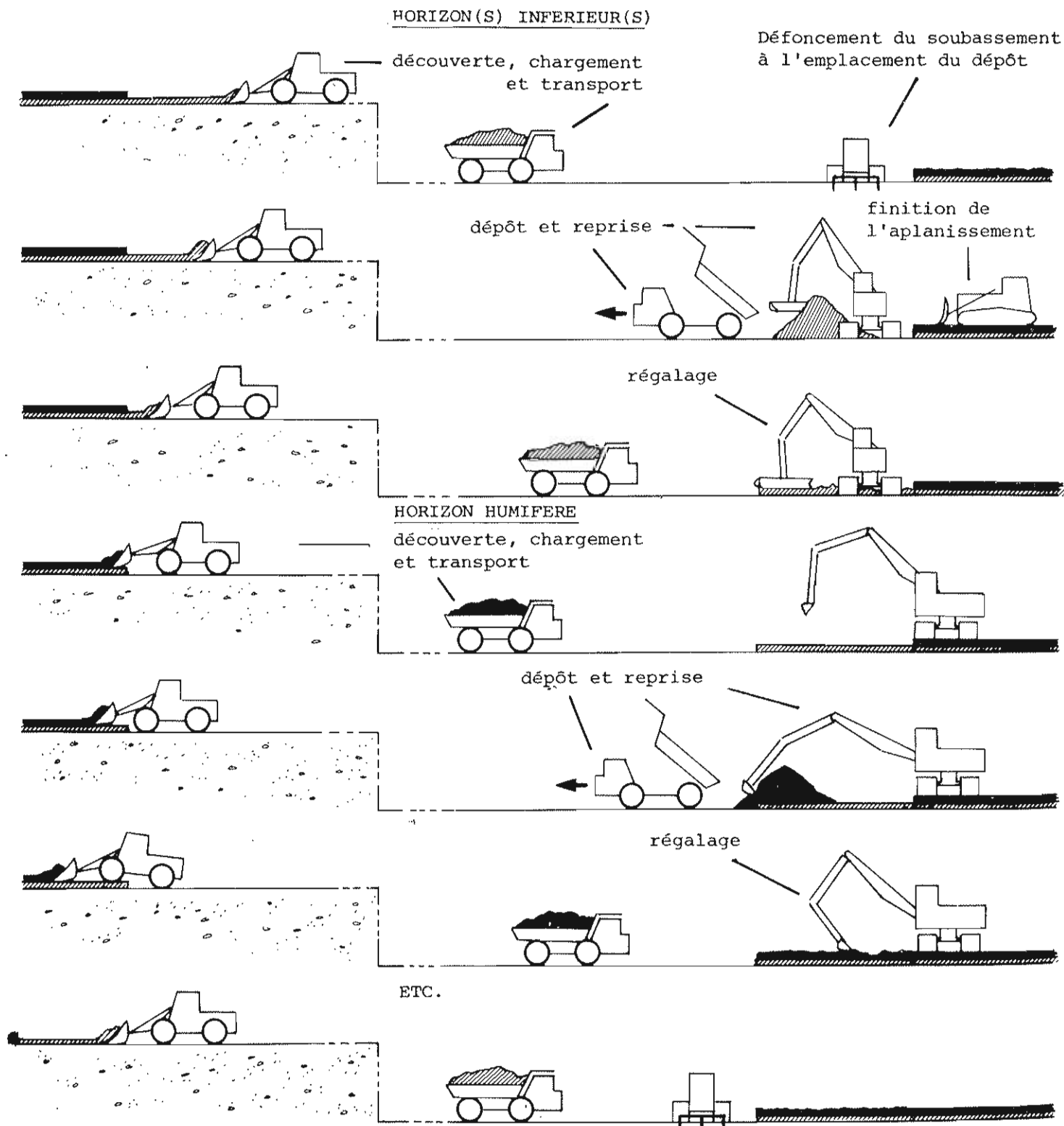
Le décapage et le régalage sont simultanés. Ce type de chantier concerne principalement des exploitations où la zone de découverte et la zone de recouvrement ne se trouvent pas à proximité immédiate et nécessitent l'emploi de véhicules de transport des terres de sol.

Pour le régalage de la couche humifère supérieure, la pelle ne doit pas progresser sur la couche inférieure préalablement régalée; par contre, elle peut travailler commodément à partir de la surface définitive de la bande voisine et sans inconvénient pour cette dernière (après régalage au buteur pour tasser le sol).



Régalage à la pelle hydraulique.

Remise en place du sol à l'aide de la pelle hydraulique



3.1.2. MÉTHODE « A LA DRAGLINE »

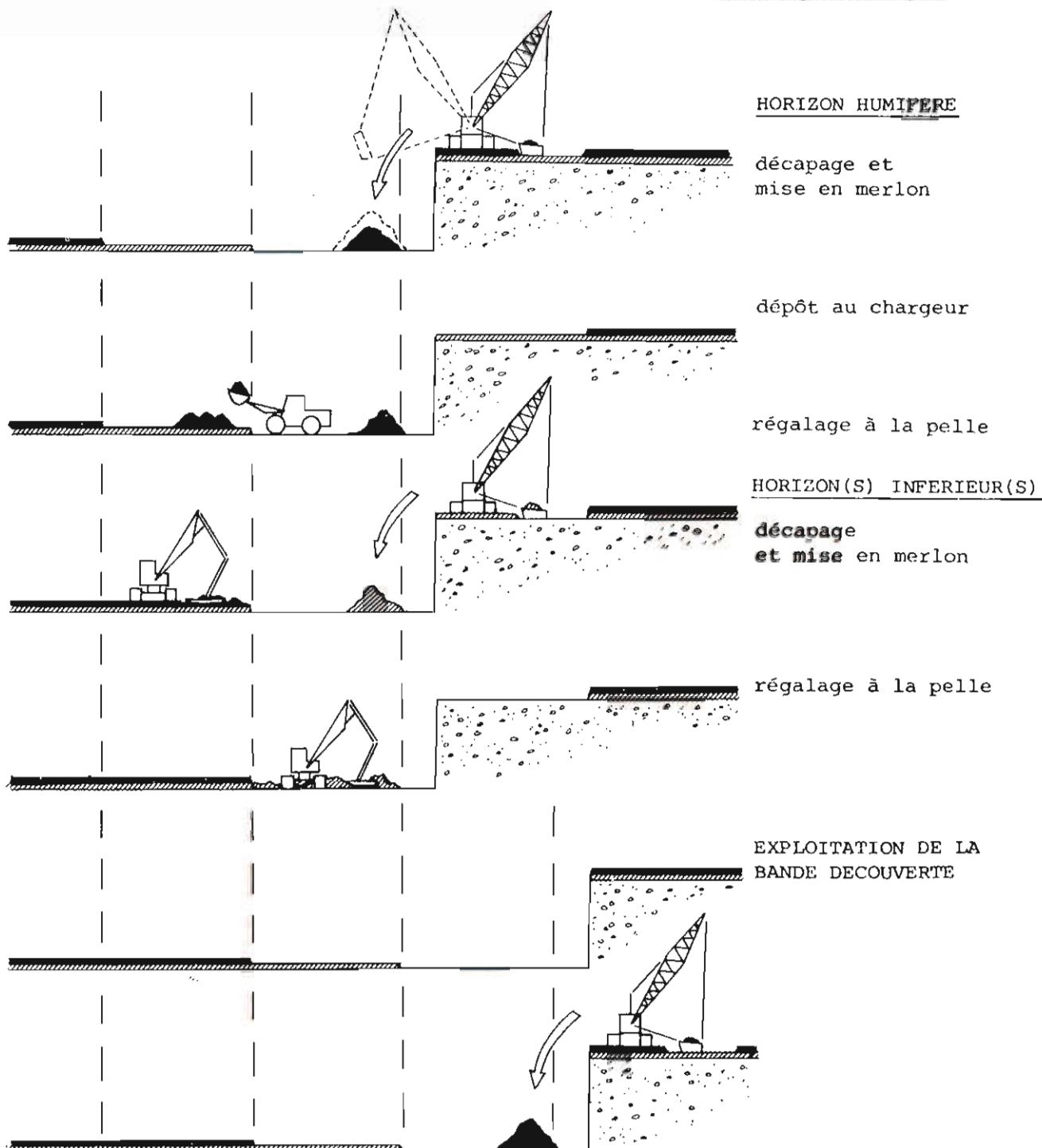
La dragline est essentiellement employée pour la découverte. Cet engin serait également capable d'assurer sans compactage aucun le régalaage successif dans deux couches de terre de sol (à condition que leur épaisseur respective dépasse 30 cm). Cependant, pour des raisons de commodité de chantier, de rapidité d'exécution et de prix de revient, on préférera plus souvent le concours du chargeur et de la pelle hydraulique, comme représenté sur le schéma ci-contre.



*Décapage sélectif — horizon humifère —
à l'aide du godet de la dragline*

Remise en place du sol à l'aide de la dragline

Mise en oeuvre en bandes successives



3.1.3. MÉTHODE « AU CHARGEUR »

Ici, le décapage est effectué préalablement au début du recouvrement. On l'opère soit au moyen d'un chargeur ou d'un boteur.

Le régalage surtout est le fait du chargeur, dès lors que cet engin étale commodément, à l'aide des dents du godet, la charge qu'il a déposée. Tel ne serait pas le cas si le dépôt était effectué par une benne, vu le volume déchargé beaucoup plus important.

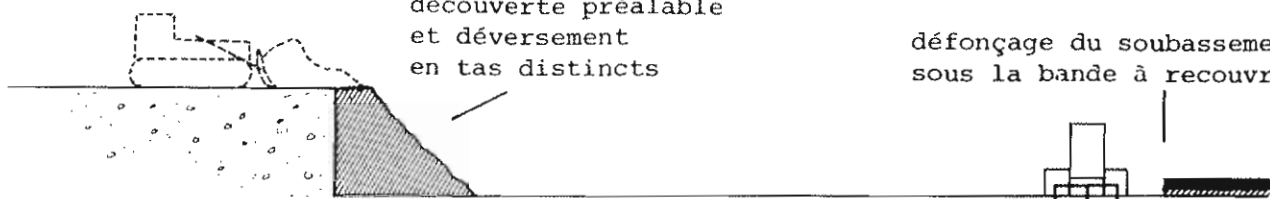
Signalons donc que ce type de chantier est surtout adapté au cas d'une exploitation dont le plan d'avancement autorise le déversement direct de la découverte sur l'aire à recouvrir. Or, ce type de mouvement des terres de sol, s'il abaisse assez sensiblement le prix de revient du transport des terres, n'est possible qu'à la condition que les matériaux en place sur le front d'exploitation conservent une bonne cohésion; en effet, leur éboulement sur les terres de la découverte, soit lors du déversement, soit lors de la reprise, empêcherait le déroulement normal du recouvrement.

Remise en place du sol à l'aide du chargeur

HORIZON(S) INFÉRIEUR(S)

sur la tranche à exploiter :
découverte préalable
et déversement
en tas distincts

défonçage du soubassement
sous la bande à recouvrir



reprise et dépôt

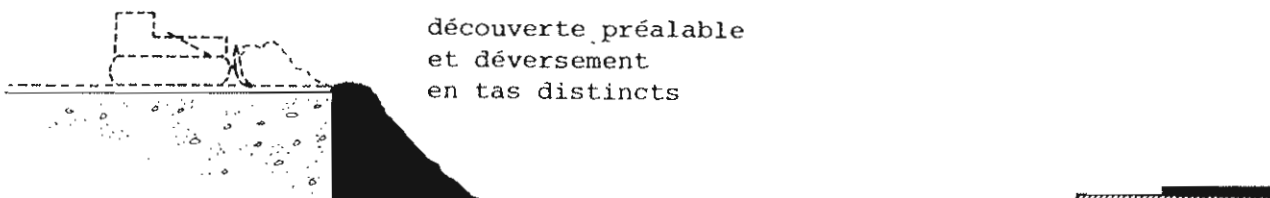


régalage de la bande
au godet

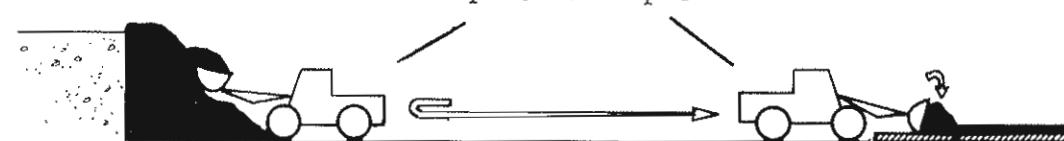


HORIZON HUMIFÈRE

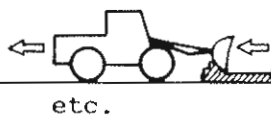
découverte préalable
et déversement
en tas distincts



reprise et dépôt



régalage de la bande
au godet



régalage
ultérieur
au boteur
ETC.



2 formules
de régalage
au choix

3.2 La programmation

3.2.1. LA COORDINATION DE L'EXTRACTION ET DE LA REMISE EN ÉTAT

Il est évidemment utile de prévoir le déroulement de la remise en état dès l'ouverture de la carrière: ainsi, pour les exploitations dont la superficie dépasse 3 ha environ, les responsables auront presque toujours intérêt à concevoir ce déroulement en liaison étroite avec l'avancement de l'extraction par exemple en programmant une progression des surfaces reconstituées pour la culture sans attendre l'achèvement de la carrière et au fur et à mesure de son extension, ou en combinant dans toute la mesure du possible les opérations de découverte et de recouvrement. C'est la remise en état «à l'avancement». Cette méthode présente des avantages évidents:

- elle améliore la faisabilité de l'ouvrage en réduisant son volume global à l'échelle de «tranches» annuelles de remise en état;

- elle garantit la qualité par la possibilité d'apporter certaines améliorations de chantier au fur et à mesure des résultats observés sur les tranches précédemment remises en état;

- elle permet une meilleure gestion de la carrière en minimisant les stocks (de terres et de stériles) et l'espace qui leur est consacré;

- elle diminue le prélèvement d'espace agricole. Dans la perspective de la restitution finale à l'agriculture, ce prélèvement est certes temporaire; toutefois, il importe de le restreindre autant que possible en reconstituant les parcelles agricoles au fur et à mesure de l'extraction. Le «trou» momentanément incultivable est réduit au minimum (3 à 5 ha environ si l'installation de traitement est implantée dans la carrière, 1 à 3 ha environ dans le cas contraire). La conséquence peut être très importante si l'exploitant agricole n'est pas propriétaire du terrain car il lui serait alors possible de voir maintenu en vigueur



Remise en état à l'avancement.

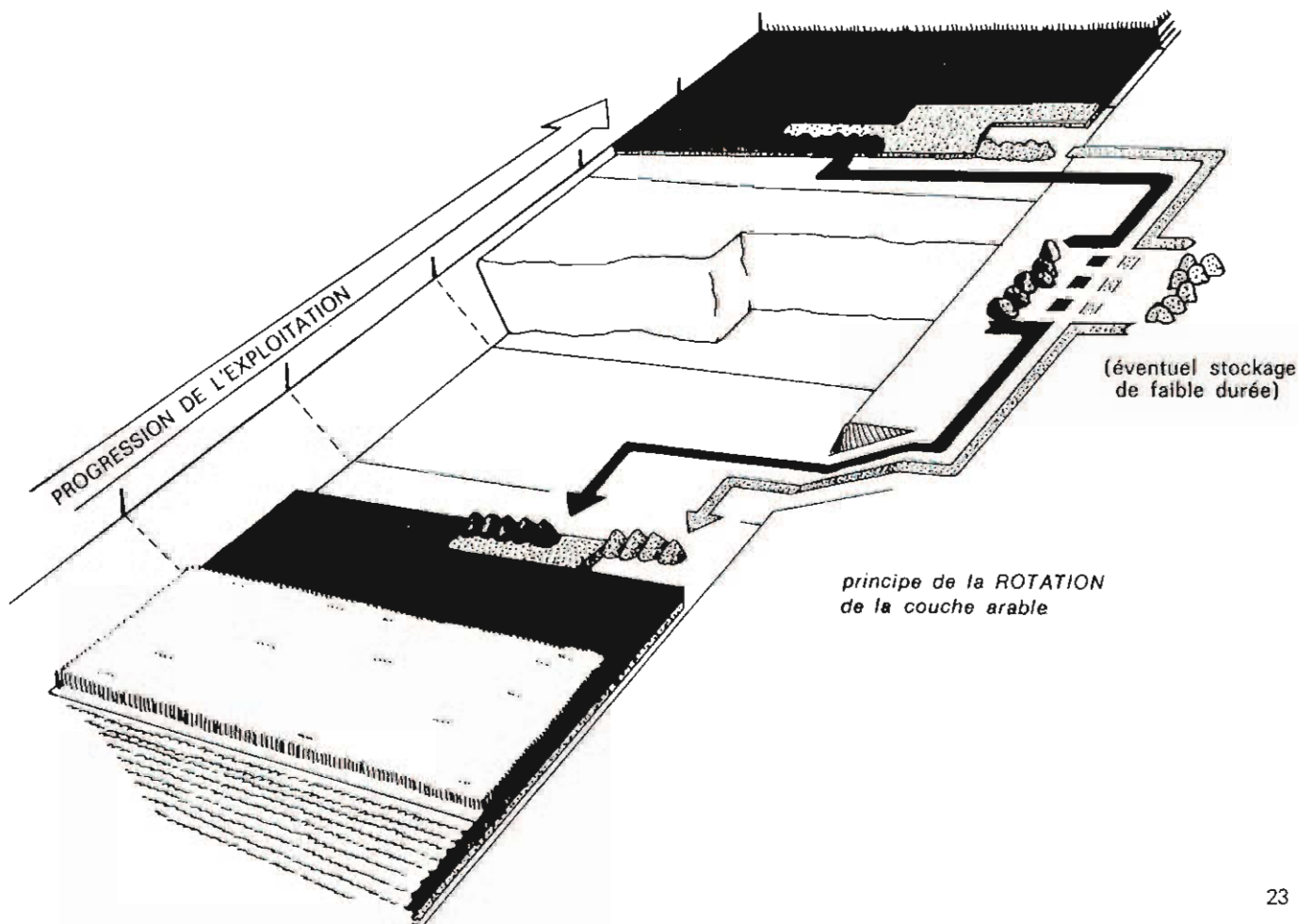
Au fond tranche déjà rendue à l'agriculture: Au premier plan, sur la nouvelle tranche dégagée par l'extraction, le soubassement est préparé et à droite les terres de sol commencent d'arriver

son bail⁽¹⁾ et son droit au renouvellement. En tout état de cause, moins le prélèvement de surface utilisée est important moins grave est le préjudice à l'exploitation agricole touchée.

Dans ces conditions, pour être clair et complet, le dossier de l'étude d'impact comportera un plan de phasage, à valeur indicative, permettant de prévoir à différentes étapes:

- 1) le sens de la progression simultanée de la découverte, de l'extraction et de la remise en état,
- 2) les déplacements de terres correspondants,
- 3) l'emplacement et l'étendue des zones soustraites et rendues à la culture à chaque étape représentée.

(1) A la condition d'un accord avec le propriétaire.



3.2.2 ÉLÉMENTS POUR LA PLANIFICATION

Dans le but d'assurer les meilleures conditions possibles au déroulement de la remise en état agricole, on doit recommander :

1) une phase préliminaire de rodage du chantier (préparation du soubassement et transfert des sols) :

— au cours de laquelle l'opérateur choisit les engins⁽¹⁾ et les instruments les plus adaptés à son cas particulier et essaye leur fonctionnement en équipe ;

— à l'issue de laquelle sont définies une fois pour toutes les conditions particulières de mise en œuvre de façon à éviter des variations incessantes au gré des disponibilités momentanées du parc ;

2) l'arrêt de toute opération touchant les terres de sol lors des périodes pluvieuses. Grâce à leur conception où tout compactage est éliminé, trois types de chantier décrits ci-dessus (cf. 3.1.1 à 3.1.3) permettent de travailler convenable-

(1) Engins non consacrés directement à l'exploitation de préférence, de façon à assurer autant que possible l'indépendance de la remise en état par rapport à l'extraction.

ment en toute saison mais point à tout moment. Compte tenu des risques de dégradation de la structure du sol lorsqu'il est malaxé à l'état humide, il est impératif de stopper le chantier dès l'apparition de la pluie. Il ne reprendra que lorsque la terre ne sera plus « collante » ; c'est dire que :

— d'une façon générale la période estivale est la meilleure pour le transfert des sols sur le type de chantier « benne et pelle » (3.1.1) notamment ;

— les bandes de découverte des chantiers « à la dragline » et « au chargeur » (3.1.2 et 3.1.3), lesquelles suivent nécessairement le rythme de l'extraction, devront être prévues aussi longues et larges que possible de façon à ce que l'exploitant reprenne le moins fréquemment possible les tâches de manipulation des sols et ne s'expose pas ainsi à être acculé à une découverte en cours de période pluvieuse.

La cadence d'avancement du transfert des sols est assez variable d'un chantier à l'autre, selon les contraintes locales et les engins au travail. A titre indicatif, sur la base de réalisations pilotes suivies, signalons que le volume terrassé atteint entre 700 et 1400 m³ par jour en moyenne, lorsque le décapage et le dépôt simultanés des terres sont assurés respectivement par un seul engin.



*Pour conserver leur structure
les terres de sol doivent être
manipulées exclusivement
par temps sec*

4 — La restitution à l'agriculture

4.1. Travaux connexes sur les abords

Un certain nombre de travaux ayant trait au cadre de la carrière concernent également très directement la future utilisation agricole, c'est pourquoi il convient de leur faire ici une place.

4.1.1. LES TALUS

D'un point de vue de stricte production agricole, un talus assez raide est préférable à une remontée en pente douce jusqu'au niveau d'origine, même mise en culture.

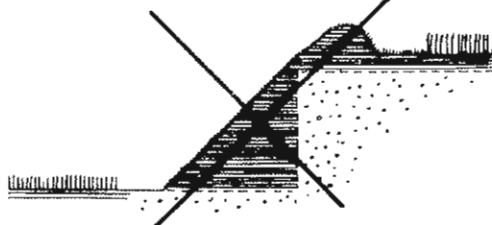
— De longues pentes créent souvent des problèmes d'assainissement en attirant les eaux de ruissellement vers le fond ; alors que dans le cas d'un bord net, un fossé ceinturant le site près de la crête du talus suffit à écarter les eaux adventives.

— Il faut craindre les écoulements d'air froid. On ne les décèle guère lorsque le talus est nettement découpé. Au cas où un mouvement de relief formerait « brèche », un merlon de terre ou mieux une haie suffiraient à bloquer le flux éventuel d'air froid.

— Par ailleurs, le cas échéant, la protection contre le vent, très bénéfique pour les cultures maraîchères, pépinières, etc., se trouve moins assurée si le versant s'incline.

La constitution des talus

ne pas consacrer la terre arable au talutage
ni à un merlon de sécurité

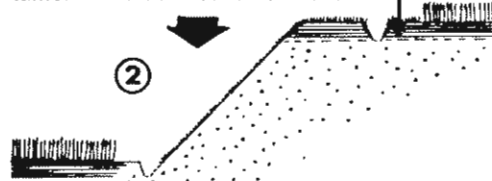


2 bonnes solutions au choix

entreposer les « stériles » en appui
et clôturer



tailler le talus « dans la masse »



— Dans le meilleur des cas, une pente douce ne serait pas inférieure à 5° ; elle resterait donc sensible à l'érosion (sur la terre rapportée) et contraignante pour les travaux agricoles ; sur de tels versants, les rendements agricoles fléchissent d'ordinaire.

— Enfin, les talus seront souvent considérés comme des limites provisoires avant un nouveau recul pour l'extraction de la parcelle voisine.

Dans ces conditions, le versant doit être le moins gênant possible pour l'exploitation agricole, c'est-à-dire :

1) occupant peu de surface : s'il est bien fixé par une végétation appropriée, sa pente peut aisément atteindre 45°, même sur du sable, mais bien entendu d'autres impératifs interviennent pour déterminer cette inclinaison (environnement, sécurité, etc.) ;

2) exigeant pour sa « cicatrisation » le moins possible de terre arable, denrée précieuse dont on ne saurait distraire aucune quantité du fond sans raison impérieuse ; or il apparaît, expériences à l'appui, que le verdissement d'un talus de granulats convenablement traité ne réclame généralement pas d'apport de terres.

Des tests systématiques en diverses orientations, destinés à démontrer une éventuelle influence négative du talus sur le développement des cultures implantées immédiatement en contrebas, n'ont pas permis de conclusion nette. C'est dire que la contrainte ne paraît pas fort préoccupante.



Talus taillé dans la masse (sable graveleux) et enherbé sans apport de terre « végétale », un an après l'ensemencement

4.1.2. L'ÉVACUATION DES EAUX DE RUISSELLEMENT

Une carrière après exploitation constitue d'ordinaire un milieu où se pose spécifiquement le problème de l'évacuation des eaux de précipitations.

En effet, si le site est en dépression, il a tendance à créer un appel pour les eaux superficielles du bassin versant, et, en tout état de cause, le talus, par son effet d'« entonnoir » guide, vers sa base, l'eau de précipitation qu'il reçoit sur sa pente.

Si par contre la carrière a été remblayée, le nouveau sous-sol constitue généralement un relatif obstacle à l'infiltration, alors qu'auparavant le sous-sol de granulats en place se comportait comme un milieu particulièrement absorbant.

Dans ces deux cas, si l'on n'y prend pas garde, le site réaménagé créera des problèmes à l'utilisateur agricole par suite de la formation de « mouillères » — flaques ou zones boueuses — ou par suite de faits d'érosion provoqués par le ruissellement.

Pour y parer, certaines recommandations doivent être formulées, en vue d'une application adaptée dans le projet des travaux de remise en état agricole :

— à la périphérie, des fossés de collecte :

- le cas échéant, pour recevoir et guider les eaux extérieures au site, un fossé peut être creusé sur le bord de la zone exploitée, du côté amont par rapport à l'écoulement général dans le bassin versant (fig. ci-après : A) de façon à détourner les flux hors du site et les amener jusqu'au réseau de fossés d'assainissement local côté aval ; on veillera, en particulier, à ce que la voie d'accès ne canalise vers le fond ces éventuels flux extérieurs ;

- pour collecter les eaux du talus (dans le cas des carrières en dépression) un autre fossé sera souvent à créer à la base du versant (B) de façon à rassembler les ruissellements de pente — précipitations mais aussi résurgences d'écoulements de subsurface éventuellement mis à jour par l'extraction.

— sur le terrain, une pente cohérente⁽¹⁾ :

- c'est le sol lui-même qui devra absorber et infiltrer les eaux de précipitations normales ;

- toutefois, pour assurer l'élimination sans problèmes des excédents pluviométriques, une inclinaison générale de 1 % environ est souhaitable sur le terrain réaménagé (C) ; on évitera donc les contrepentes, les formes de « vallon », les cuvettes même légères qui engendreraient des rétentions d'humidité. Il convient de ne pas tracer de fossés à travers le terrain de culture lui-même (ou seulement s'il est de grande emprise : > 10 ha environ) ; ce cloisonnement de l'espace de culture créerait des contraintes gênantes pour l'exploitation agricole et nécessiterait la construction de busages pour les communications.

— la prévision de l'élimination des eaux d'écoulement :

□ dans le site

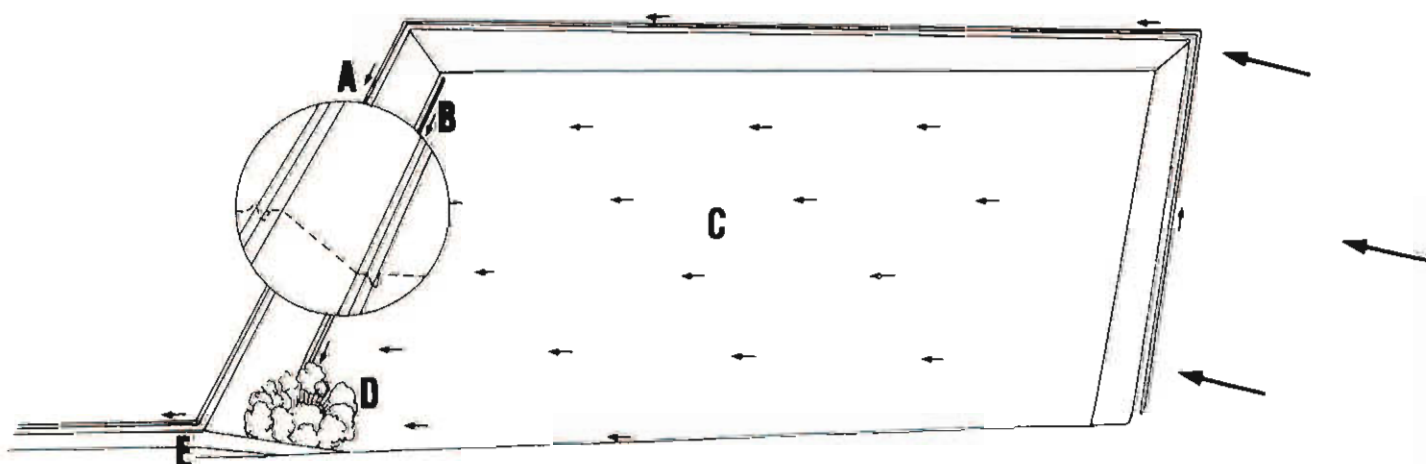
- l'absorption des eaux intérieures est assurée tantôt par rétention dans le fossé lui-même, tantôt par l'intermédiaire d'un bassin récepteur (impluvium) si le sous-sol est peu filtrant. La capacité de cet ouvrage à creuser au point bas du site se détermine d'après le volume d'une averse exceptionnelle (pluie cinquantenaire d'un jour par exemple). Toutefois, le bassin « tampon » ne remplira son office que si l'on peut prévoir (et éventuellement faciliter) une réabsorption progressive de son contenu par le sous-sol.

□ hors du site

- évidemment la solution du problème est simplifiée lorsqu'il se révèle possible de déverser les eaux du site vers le réseau des fossés d'assainissement agricole déjà construits pour les terrains situés autour de la carrière. L'étude d'impact devra indiquer la faisabilité d'un tel projet après examen des niveaux respectifs des deux systèmes.

(1) Rappelée ici pour mémoire car sa réalisation doit précéder le transfert des sols, cf. 2.1.1.

Type d'ouvrages assurant l'assainissement du site de carrière



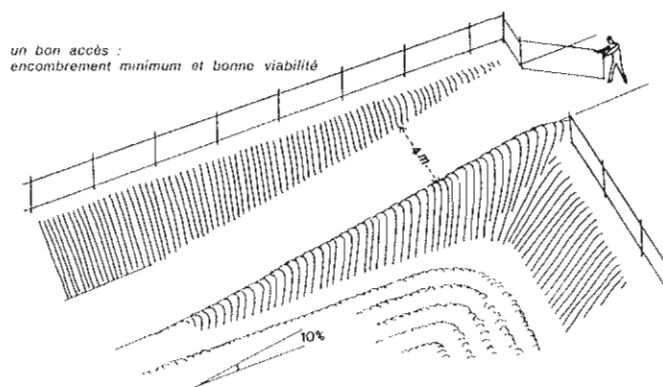
Écoulement des eaux de ruissellement sur la pente du terrain d'origine — A fossé de crête — B fossé de pied de talus
C ruissellement sur pente régulière — D bassin de réabsorption
E aménagement de l'accès évitant la collecte des eaux de ruissellement extérieures.

4.1.3. L'ACCÈS

Rappelons seulement que la rampe d'accès doit être convenablement prévue :

- pour le passage des véhicules lourds et encombrants : largeur minimum 4 m, pente maximum $< 10\%$;
- pour un encombrement minimum du fond (en restant attenant au talus) ;
- sans créer dans la topographie d'ensemble une « brèche » susceptible de guider les « coulées » d'air froid.

Le bon sens commande évidemment d'appliquer ces caractéristiques dès la conception du premier accès de la carrière, de façon à n'avoir point à créer à l'issue de l'exploitation une nouvelle rampe pour les besoins de l'utilisateur agricole. Tel est l'un des objectifs de l'étude des communications — du carrier et de l'agriculteur — à entreprendre au niveau de l'étude d'impact en vue d'éviter les gênes mutuelles lorsque le terrain remis en état commencera d'être cultivé avant la fin de l'extraction de la carrière.



4.2. D'éventuelles mesures de « rattrapage »

Si les principes et recommandations énoncés ci-avant ont été appliqués, le terrain reconstitué se trouve prêt pour la culture et l'utilisateur agricole peut en attendre des rendements analogues à ceux que le sol permettait avant son transfert.

Au contraire si des négligences ou maladresses ont été commises dans l'exécution de la remise en état, il reste possible dans deux cas de figure de procéder à certaines opérations de « rattrapage » en vue d'amener le terrain à l'état de productivité agricole. Ces palliatifs ne doivent pas faire illusion car ils relèvent le prix de revient de la remise en état et allongent le délai de restitution à l'agriculture. Pour les autres cas de défauts de remise en état — erreurs dans le nivellement ou l'épaisseur des couches de sol par exemple — il n'existe d'autre correction qu'une reprise complète des terrassements.

4.2.1. UN COMPLÈMENT DE FUMURE ORGANIQUE ET MINÉRALE

Lorsque par suite d'une découverte incorrecte, l'horizon humifère n'a pas été séparé (ou a été mal séparé) des horizons inférieurs, il en résulte un appauvrissement en éléments nutritifs dans la couche supérieure du sol. L'analyse chimique permet aisément de le déceler. Une reprise de la culture dans ces conditions ne procurerait que des rendements affaiblis.

La reconstitution du taux de matières organiques, d'où provient l'humus, s'impose et exige un apport extérieur généralement important de fumier ou équivalent (50 à 250 t/ha selon la carence enregistrée par les analyses).

Cette fumure organique pose un problème de prix de revient. Le responsable devra donc rechercher le produit d'amendement organique le moins coûteux. De ce point de

vue, attirons l'attention sur les déchets dont les établissements de traitement recherchent des débouchés (boues d'épuration diverses, ordures ménagères triées, broyées et criblées) ; leur utilisation reste bien entendu subordonnée aux résultats d'une analyse chimique préalable. L'effet du produit d'amendement n'est bénéfique qu'à l'issue d'un délai de décomposition de 6 mois à 2 ans suivant l'épandage.

Un autre procédé destiné à rendre à l'horizon supérieur la matière organique perdue, consiste dans une culture préliminaire, généralement une plante fourragère⁽¹⁾, qu'au lieu de récolter on broie et enfouit. C'est la pratique de l'« engrais vert ». La formule est certes plus économique mais moins efficace si le sol réclame une importation massive de matière organique⁽²⁾. Ce procédé peut atteindre simultanément l'objectif poursuivi par l'installation d'une prairie temporaire (cf. ci-dessus) le cas échéant. Dans le même temps, l'horizon supérieur, également appauvri en éléments fertilisants minéraux, devra recevoir une forte fumure minérale « de redressement », destinée à rétablir autant que possible ses teneurs en azote, acide phosphorique et potasse.

4.2.2. L'IMPLANTATION D'UNE PRAIRIE TEMPORAIRE

Lorsque par suite de terrassement dans de mauvaises conditions (compactage par pneus, par passages d'engins sur la surface intermédiaire entre les deux couches de recouvrement, manipulations de la terre à l'état détrempé) la structure du sol a subi un préjudice évident, il convient de la reconstituer par une culture dite pionnière. Cette pratique est susceptible de recréer la disposition en agrégats qui rendra au sol à la fois sa capacité de ressuyage et sa réserve en eau. Sachant que la diffusion des racines et radicelles constitue un facteur extrêmement favorable pour l'amélioration de la structure, on sèmera une plante à système racinaire puissant et prospectant un grand volume de sol, les parties compactées seront ainsi pénétrées progressivement. Selon l'importance des préjudices causés à la structure, la végétation implantée devra être maintenue, au besoin renouvelée, sur une période de deux à cinq ans. Il s'agira de graminées — surtout ray-grass — et (ou) de légumineuses, à exploiter régulièrement en prairie de fauche ; les crucifères à racines pivotantes peuvent également être efficaces en culture pionnière annuelle : colza, moutarde, chou fourrager (mais sans perspective de véritable rentabilité en l'occurrence).



L'implantation d'une prairie est toujours plus aisée que celle d'une culture annuelle — surtout si le nouveau sol présente des défauts — mais pas toujours souhaitée par l'exploitant agricole

(1) Légumineuse (vesce, féverole, trèfle), graminée (ray-grass) ou crucifère (colza, moutarde, siletta).

(2) A titre d'exemple l'enfouissement sur un ha de ray-grass d'Italie, après un an de végétation, peut fournir jusqu'à 15 tonnes de matières sèches (parties aériennes et souterraines), ce qui correspond à un épandage de 70 à 90 tonnes de fumier de ferme.

4.3. Le démarrage de la culture

4.3.1. LA PREMIÈRE CULTURE

Reprenons l'hypothèse normale où l'exploitant a respecté les modalités nécessaires pour la reconstitution du sol agricole et où il laisse à l'agriculteur un terrain prêt pour la mise en culture dès la fin du recouvrement.

Pour faciliter la reprise, il faut recommander une implantation immédiate qui, d'une part, évite le « salissement » par une levée de mauvaises herbes, d'autre part, favorise d'emblée le drainage du profil cultural. Ainsi, les meilleures périodes pour la fin de travaux de remise en état et le début des travaux agricoles en cultures annuelles sont en principe dans les régions moins ensoleillées⁽¹⁾ :

- avril, pour semis d'un maïs début mai,
- mai à juillet, pour semis d'une culture fourragère annuelle, semis ou repiquage d'une culture légumière,
- août, pour semis d'une plante à enracinement précoce (colza d'hiver, ray-grass, luzerne...) susceptible de bien occuper le nouveau terrain au cours de sa première période humide et d'améliorer ainsi le ressuyage, parfois plus délicat, du sol récemment rapporté ; dans ce cas le véritable départ de la culture peut n'avoir lieu qu'en début mai (avec du maïs par exemple) après broyage et enfouissement de cette implantation-relais.

Par ailleurs, en zone alluviale, il n'est pas rare que l'exploitant agricole constate une amélioration du sol par rapport à son état antérieur, amélioration créée essentiellement par le changement de sous-sol. Après remise en état, le sous-bassement est en effet d'ordinaire plus consistant que le précédent massif de matériaux sablo-graveleux, ce qui améliore la réserve en eau du sol et peut étendre le choix des cultures possibles.

(1) Dans ces régions où l'évaporation de l'humidité du sol est moindre, le maïs constitue une meilleure culture de démarrage qu'une céréale, laquelle nécessite soit un semis (céréales de printemps) soit des traitements (céréales d'hiver) en mars-avril, à une époque où l'accès du tracteur peut poser des problèmes si le terrain n'a pas encore retrouvé sa porosité normale.

4.4. L'installation de l'irrigation

Dès avant la fin des travaux de remise en état, le futur utilisateur du sol agricole aura parfois aperçu une intéressante possibilité de renforcer sa production agricole grâce à l'amélioration des conditions d'approvisionnement en eau d'irrigation. Cet aspect ne saurait bien entendu figurer au titre des obligations de « remise en état des lieux » mais peut présenter un avantage au titre du réaménagement du terrain à la charge du propriétaire.

Effectivement, lorsque la cote de référence du niveau du fond est à la nappe phréatique en position haute, le plan d'eau souterrain se situera à faible profondeur le reste du temps (environ 2 à 5 mètres du nouveau sol en été). L'extraction, en général opérée sur une tranche exploitable de 4 à 10 mètres, a contribué à rapprocher de la nappe la surface du champ. D'où, pour l'installation de l'irrigation, des économies dans le coût de l'équipement (creusement du puits simplement à la pelle, possibilité d'une pompe de surface) et dans le coût du pompage de l'eau (économie d'énergie).

L'aménagement du puits peut être réalisé aux meilleurs frais avec l'aide de l'exploitant de la carrière dès le début de la mise en culture de la première tranche reconstituée.

Il arrive parfois à l'inverse que l'eau manque dans le secteur faute de la proximité d'une nappe d'un débit suffisant. Alors, les travaux de remise en état peuvent utilement comprendre l'aménagement d'une cuvette conçue de façon à collecter les eaux de pluie de l'ensemble du site en dépression et constituer une réserve pour l'irrigation.

Seul un fond imperméable ou la disposition de matériaux imperméables (refus argileux, fines de décantation « lissées ») autorise la réalisation d'une telle réserve.

La contenance sera calculée en fonction du débit de complément nécessaire ; les contraintes imposées pour la mise en œuvre d'un bassin collecteur orientent le choix du système d'irrigation vers le « goutte à goutte », plus économe en eau.



Un petit bassin de prise d'eau valorise la parcelle reconstituée ; la confection de cet ouvrage serait à mettre au compte du réaménagement mais non de la remise en état réglementaire

M. Bernard LUCIEN-BRUN

Des exemples à l'étranger

Dans de nombreux pays, les Administrations responsables des carrières et des mines à ciel ouvert appliquent une politique de restauration des sols agricoles à l'issue de l'exploitation du sous-sol.

En Grande-Bretagne, les réalisations systématiques débutèrent dès après la seconde guerre mondiale. Actuellement, des milliers d'hectares de terre de culture ont été remis en état, surtout en Écosse, dans le Yorkshire, le Somerset et le Cheshire. Des essais de reprise agricole sur parcelles comparatives réaménagées ont lieu depuis 1974, en vue d'améliorer encore les techniques sur les grandes carrières de granulats de la région de Londres.

En Allemagne Fédérale, où une étude d'impact particulièrement poussée est exigée avant l'ouverture de chaque carrière, on remarque surtout les réalisations sur remblai des allées alluviales du Rhin et du Danube (essais agronomiques d'Ingols-

tadt), de Westphalie (après exploitation du lignite) et en fond de fouille sur le plateau calcaire Franconien.

La remise en état à des fins agricoles est pratiquée également en Hongrie, en Pologne, en Suisse, en Belgique et aux Pays-Bas. Dans ce dernier pays, de vastes surfaces ont pu être remblayées pour recréer les pâturages après l'extraction des matériaux alluvionnaires (cas exemplaires de la vallée de la Meuse, dans la province du Limbourg).

Hors d'Europe, principalement au Japon, en U.R.S.S., au Canada et aux États-Unis, l'exploitation du sous-sol donne lieu à un transfert soigné des terres de sol en vue de rétablir l'agriculture chaque fois que cela est possible. Un programme spécifique de recherches expérimentales est actuellement poursuivi sous différents climats dans les États américains, de Virginie, Kentucky, Illinois, Iowa, Nord Dakota et Wyoming en vue de tester les meilleures modalités de remise en état agricole sous la responsabilité de différentes Universités et de l'U.S.D.A. (Ministère de l'Agriculture).

Postface

par André FAIVRE
Conseiller à l'Assemblée Permanente
des Chambres d'Agriculture

La remise en état agricole des sites exploités en carrières est une opération qui paraît nécessaire et même indispensable dans certaines circonstances, ne serait-ce que pour rendre à la culture, dans un objectif d'intérêt général, des superficies importantes nécessaires à l'équilibre économique des exploitations agricoles.

Il ne faut pas oublier en effet que les orientations préconisées par la loi d'Orientation Agricole du 4 juillet 1980 supposent une organisation du territoire, de telle manière que les objectifs de production agricole soient respectés.

Par ailleurs, la remise en état agricole nous paraît également constituer une solution heureuse face à la dégradation des paysages et devrait aussi atténuer les conflits en matière de zonage (voir à cet égard le document de la Seine-et-Marne dans la première partie de cette étude).

Pour que la remise en état puisse s'exécuter dans des conditions optimales, il nous paraît indispensable de rappeler les principales données du problème.

I — LE CHOIX DES SITES

Au vu des expérimentations menées ces dernières années, nous avons été amenés à observer que tous les sites ne conviennent pas à la remise en état agricole : une sélection des sites, avant toute exploitation de carrière, nous paraît nécessaire, ceci en accord avec les différents intéressés.

C'est pourquoi nous proposons que le choix du type de remise en état découle de l'étude d'impact ou de la notice d'impact, ce qui contribuerait grandement à clarifier la situation. Cette étude d'impact, qui malheureusement ne sera trop souvent qu'une « notice », peut faire intervenir le propriétaire, l'exploitant agricole, le carrier, mais aussi d'autres intéressés tels que le SUAD, lequel pourra indiquer par exemple les types de cultures possibles et les contraintes d'exploitation. Nous connaissons bien les défauts des études actuelles ou des notices d'impact, notamment le financement par le pétitionnaire, lequel aura tendance à faire prévaloir un certain type de remise en état : mais l'occasion est offerte de ne pas se laisser enfermer dans des solutions stéréotypées, peu ou mal étudiées et qui conduiraient à l'abandon de remises en état à caractère agricole qui pourraient être possibles mais qui dérogent aux habitudes (plans d'eaux, « zones naturelles », par exemple).

II — LE BILAN ÉCONOMIQUE DE LA REMISE EN ÉTAT

L'impact économique d'une remise en état à des fins agricoles comporte plusieurs aspects dont le coût ne peut pas toujours être chiffré et intervenir de manière significative.

Il est assez courant de comparer la valeur foncière du terrain, qui est fort déprécié après exploitation des gravières, et le coût de la remise en état agricole.

Cette comparaison ne nous paraît pas une approche satisfaisante : il est en effet connu que les comparaisons actuelles sont faites à partir d'expérimentations dont le coût global est très supérieur à certaines réalisations qui commencent à être pratiquées sans difficulté ; nous sommes persuadés qu'un coût de travaux très acceptable peut être obtenu :

— d'une part, lorsque les données de base sont connues, c'est-à-dire valeur agronomique des sols, étude hydrologique, couche de terre arable suffisante...

— d'autre part, lorsqu'une programmation de l'exploitation du gravier est coordonnée avec les travaux de remise en état, ce qui suppose une concentration de l'exploitation.

On peut également observer que deux éléments sont à considérer : l'équipement de l'exploitant de carrière et surtout son expérience en matière de remise en état : le second élément peut consister à conclure des contrats de droit privé entre les intéressés prévoyant les conditions techniques et financières de l'opération, ce qui peut éviter la vente du terrain et la rupture du contrat entre propriétaire et locataire.

Si l'analyse d'un coût moyen de remise en état reste, de toute manière, aléatoire en raison de la diversité des sites, des conditions de stockage des terres, du matériel dont dispose le carrier, des conditions climatiques, ... il ne nous paraît pas acceptable que la valeur foncière serve de moyen de comparaison.

L'intérêt économique d'une telle remise en état doit plutôt être considéré comme un investissement destiné au maintien du foncier agricole qui s'amortit sur une très longue durée : il s'agit, en fait, de la reconstitution d'un potentiel de productivité, perturbé par une déstructuration foncière et économique de l'exploitation agricole.

L'intérêt public qui s'attache à l'exécution de certains travaux ne peut être juridiquement invoqué dans le cas des carrières ; on peut cependant admettre que l'intérêt général justifie cette reconstitution du potentiel agricole. On peut également noter qu'une remise en état à des fins agricoles a un certain impact sur l'environnement dont le coût est impossible à chiffrer, de même que le coût, pour la collectivité, de l'abandon d'un trou improductif sans aucune valeur vénale, quand bien même le propriétaire aurait retiré de son bien une certaine indemnité ne lui permettant pas toujours de racheter un bien équivalent pour son exploitation agricole.

* * *

Dans l'état actuel de ce dossier et en tenant compte des éléments rappelés, s'il peut y avoir un coût supplémentaire incombant à la technique de remise en état, celui-ci peut être compensé sans grandes difficultés par l'un ou l'autre ou la combinaison des trois facteurs suivants :

- diminution du prix de vente des terres à sable,
- augmentation légère du prix du granulat,
- prise en charge directe par l'entreprise d'extraction.

Il nous paraît également utile d'insister sur le fait qu'un suivi technico-économique doit être assuré sur une période de trois à cinq ans pour qu'un nouvel équilibre agronomique s'opère.

III — CHOIX DÉFINITIF ET CONTRÔLE DES TRAVAUX

Les seuls moyens mis en œuvre actuellement pour le choix définitif sont les instruments de droit public :

- | | | |
|---|---|--------------|
| 1°) Code minier | } | Autorisation |
| 2°) Code de l'urbanisme
(SDAU - POS) | | |

Cette source unique et administrative limite les possibilités de contrôle du choix et réduit à deux (le carrier et le préfet) le nombre des parties prenantes, effaçant ainsi le propriétaire s'il y a eu foretage (la demande d'autorisation est en effet présentée par la personne qui projette d'exploiter la carrière - art. 8 D.20.12.79) et surtout le fermier ; or, des contrats tripartites entre le carrier, le propriétaire et le fermier peuvent permettre de mieux considérer la faisabilité réelle du réaménagement agricole, car ses intervenants seront sur le terrain de manière permanente et seront directement concernés par le succès de l'opération.

En matière de contrôle des travaux, la technique de réaménagement agricole suppose un contrôle pratiquement permanent des travaux, des analyses...

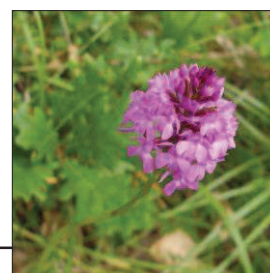
Perfectionner les modalités techniques ou plutôt les instructions techniques, nous paraît à la limite beaucoup moins important qu'instituer des conditions de contrôle des opérations, pour éviter de regrettables accidents (mélange de différents horizons de terres, ...) qui compromettent les meilleurs plans de remise en valeur.

* * *

Ces quelques points évoqués, choix, aspects économiques, contrôle des travaux, nous paraissent être de nature à engager un rapprochement entre les différents partenaires : il faut, en effet, essayer de maintenir un outil de travail aux agriculteurs, permettre cependant l'exploitation des richesses du sous-sol dans un intérêt général, mais aussi contribuer efficacement à maintenir un certain environnement.

Bibliographie

- France.** — « Étude de programme de réaménagement agricole pour les gravières du Val de la moyenne Loire » B.D.P.A. ; pour le Groupement d'Intérêt Économique des Sablières de la Loire-Mayenne. Lucien Brun et coll. (1975), 126 p.
- « Problèmes agronomiques posés par le réaménagement agricole des carrières de la Plaine de l'Ain » pour la Direction Départementale d'Équipement de l'Ain, B. Vadot (1975), 18 p.
- « Réaménagement agricole des gravières de la région lyonnaise ». Département des Sciences de la Terre, Institut National Agronomique Paris - Grignon, 97 p., B. Depalle (1975).
- « Expérience de réaménagement agricole sur carrières remblayées dans le Val-de-Loire (Loiret) » à « l'Île-Charlemagne », Baule et Bois-au-Cœur. BDPA. Pour le ministère de la Qualité de la Vie, le Comité de Gestion de la Taxe Parafiscale sur les granulats. S. Maimay (1978), 55 p.
- « Expérience de réaménagement agricole de la carrière de Jargeau » (Loiret), BDPA 1978. Pour le Comité de Gestion de la Taxe Parafiscale sur les granulats et le ministère de l'Agriculture. S. Maimay (1978), 44 p.
- « Expérience de réaménagement agricole de carrières de La Plaine de l'Ain (Ain) à Ambronay et Sainte-Julie. BDPA 1979. Pour le Comité de Gestion de la Taxe Parafiscale sur les granulats, le ministère de l'Agriculture et le département de l'Ain. B. Lucien Brun et S. Maimay, avec la collaboration de la Chambre d'Agriculture de l'Ain (1979), 56 p.
- « Expérience de remise en culture de la carrière de Labrat-le-Gland à Saint-Pierre-de-Chandieu (Rhône). BDPA. Pour le Comité de Gestion de la Taxe Parafiscale sur les granulats et la Direction Départementale de l'Agriculture du Rhône. G. Hofer (1979).
- Allemagne Fédérale.** — Kiesgrube und Landschaft - Hubert Weinzierl, 1965.
- Landschafts und Erholungsplanung in den nördlichen Oberrheinniederungen südlich von Karlsruhe unter Berücksichtigung von Rekultivierungsmaßnahmen - IFU Institut Hrsq. 1972.
- Grande-Bretagne.** — Joint agricultural Land Restoration Experiments - Progress Report, 1974-1977. Department of Environment Ministry of Agriculture F. and F., Sand and Gravel Association, 141 p.
- Pays-Bas.** — Het inrichten van de grindwinningsgebieden in Limburg Concept, 1976 - Provinciale Planologische Dienst Provinciale Waterstaat Landinrichting.
- U.R.S.S.** — Le Réaménagement des sols. T.P. Fedosseeva, 1977. Institut des Ressources pédologiques, ministère de l'Agriculture.
- U.S.A.** — Iowa Coal Research Project Progress Reports, 1974 to 1978. Iowa State University Ames Iowa, 27 p.
- Reclamation of Drastically Disturbed Lands, 1978. American Society of Agronomy.



1. PRINCIPES GENERAUX
2. METHODE
3. APPLICATION A UN CAS CONCRET
4. ANNEXE

Introduction

La DREAL Centre, à la suite d'initiatives existantes dans d'autres régions, a souhaité mettre en place une méthode simple et reproductible d'évaluation d'un niveau de biodiversité des carrières, tant pour les exploitations en cours, que pour les carrières réhabilitées et les projets non encore autorisés. La méthode présentée ci-après permet de calculer un indice synthétique, intégrant des données naturalistes de terrain (milieux et espèces présents), appelé Indice de Biodiversité des Carrières (IBC). Cette méthode a notamment vocation à fournir un suivi de l'état de la biodiversité d'un site donné au cours du temps.

1. Principes généraux

A l'instar des méthodes développées par certaines structures (DREAL Poitou-Charentes, Lafarge et WWF, etc.), la DREAL Centre a opté pour l'élaboration d'un outil de type « indice », dont le calcul se veut simple, tout en intégrant de nombreux facteurs du milieu. Il utilise deux des trois niveaux de la biodiversité telle qu'elle a été définie dans la convention de Rio (1998) : d'une part, les écosystèmes, grâce à une première entrée basée sur les habitats naturels observés ; et d'autre part, les espèces, en prenant en compte leur intérêt patrimonial à l'échelle régionale.

En préalable, il est important de rappeler qu'un indice est un descripteur synthétique, et de ce fait, condense de nombreuses informations, tout en en laissant certaines de côté. Cet indice ne doit donc pas être pris comme référence absolue d'un état des lieux de la biodiversité. Il ne s'agit pas de se référer à une « grille standard » de valeurs d'indice qui estimerait de manière automatique la qualité de la biodiversité au sein d'une carrière.

La démarche retenue par la DREAL s'inscrit davantage dans le cadre du suivi des carrières sur le long terme, afin d'évaluer les évolutions de la biodiversité au cours de la vie d'une exploitation.

2. Méthode

La méthode retenue pour l'élaboration de l'IBC nécessite un travail de récolte de données naturalistes sur le terrain. De ce fait, elle mobilise des compétences multiples, tant en termes de caractérisation des milieux naturels que de reconnaissance des espèces de faune et de flore.

2.1. Travail de terrain

Pour réaliser le travail de terrain, il faut se doter d'un support de terrain permettant de cartographier les entités naturelles sur orthophotographies et des bordereaux d'inventaires correspondants aux groupes taxonomiques visés.

Les informations nécessaires à recueillir pour calculer l'IBC sont les suivantes :

- Habitats naturels : caractérisation de l'habitat, sur la base de la physionomie et de la composition floristique, à l'aide du référentiel Corine Biotope (en étant le plus précis possible dans la dénomination, c'est-à-dire au minimum trois caractères ; exemple : terrain en friche = 87.1) ; surface de chaque type d'habitat (à obtenir *a posteriori* grâce à un SIG). Des photographies des milieux s'avèrent utiles, en particulier si la dénomination des habitats est effectuée après le travail de terrain ;
- Flore : liste la plus exhaustive possible des espèces végétales supérieures présentes par habitat, en parcourant l'ensemble du milieu et sans effectuer un relevé phytosociologique sur une placette (la donnée est basée sur la présence/absence des espèces mais n'utilise pas la notion d'abondance) ;
- Faune : liste exhaustive, par groupe taxonomique, des espèces observées et utilisant le site durant une phase de leur cycle biologique (les espèces n'utilisant le site que de passage ou pour l'alimentation, ne sont pas prises en compte dans le calcul de l'indice), avec un maximum d'informations permettant d'apprécier l'enjeu du site pour l'espèce. Le choix des groupes retenus pour l'indice s'est porté sur les oiseaux, les reptiles, les amphibiens et certains insectes (papillons diurnes et/ou libellules) car ces groupes, outre qu'ils sont relativement bien connus des naturalistes, sont souvent de bons indicateurs des milieux.

Pour les habitats et la flore, un passage doit être réalisé entre avril et juin (un deuxième passage peut être nécessaire pour des habitats qui ne s'expriment que tardivement). Sur la base de l'étude réalisée par la DREAL en 2013 (Elaboration d'un indice de biodiversité des carrières pour le Cher et le Loiret), un site de 5-10 ha peut être prospecté en une demi-journée de terrain.

L'inventaire exhaustif pourrait être théoriquement évité si l'expert de terrain sait caractériser les habitats sur leur physionomie et composition floristique générale, et s'il connaît toutes les espèces patrimoniales de sa région d'étude (les références étant la liste rouge régionale des

habitats et des espèces végétales et les listes d'habitats et d'espèces végétales déterminants pour les ZNIEFF).

Concernant la faune, les dates de prospections devront être adaptées à l'écologie des divers groupes taxonomiques étudiés. La méthode d'inventaire doit respecter les règles suivantes :

- pour les oiseaux, réalisation de points d'écoute de 20 minutes selon la méthode IPA, avec deux passages par site, un pour les nicheurs précoces (avant le 8 mai) et un pour les nicheurs tardifs (après le 8 mai) ;
- pour les amphibiens, réalisation de deux soirées d'écoute (pour les anoures) couplées à la pose de nasses dans les mares favorables (pour les urodèles) ;
- pour les reptiles, pose de plaques à des endroits favorables lors du premier passage sur site et relevé des plaques à chaque passage. Les autres observations de reptiles lors des différents passages sur site seront également notées ;
- pour les odonates ou les papillons diurnes, capture au filet des adultes, avec deux passages (juin et août) sur deux transects par site.

2.2. Calcul de l'Indice de Biodiversité de Carrière : IBC

Une fois les inventaires réalisés, un travail de saisie des informations est à effectuer afin d'obtenir un format numérique archivé.

Pour calculer l'Indice de Biodiversité de Carrières, on utilisera la formule suivante :

$$\text{IBC} = \frac{\sum [\text{Valeur écologique de l'habitat (pondérée par les espèces)} \times \text{Surface de l'habitat}]}{\text{Surface totale des habitats}}$$

2.2.1. Etape 1 : calcul de la valeur écologique I_{hab} de chaque habitat naturel

La première entrée du calcul est fondée sur la donnée d'habitat naturel, car ce niveau permet d'intégrer plusieurs paramètres de la biodiversité. En effet, un type d'habitat renseigne sur les caractéristiques du sol, sur les espèces floristiques et faunistiques qui s'y développent...

Le principe de base du calcul est donc d'affecter une note I_{hab} en fonction de l'habitat. La valeur écologique de l'habitat correspond à une note comprise entre 1 (habitat à faible enjeu) et 6 (habitat à enjeu très fort). La hiérarchisation des enjeux est principalement basée sur les listes rouges régionales des habitats naturels de la région Centre. Elle est affinée par la

prise en compte également des habitats déterminants de ZNIEFF en région. Enfin, pour les valeurs écologiques les plus basses (notes 1 et 2) correspondant à des habitats non concernés par la liste rouge, une hiérarchie a été établie par la DREAL, en concertation avec plusieurs experts, en fonction notamment de la diversité biologique qu'on peut y observer et de leur rôle et fonctionnalité écologique dans les écosystèmes.

Ainsi on obtient la classification suivante :

Valeur écologique de l'habitat (I_{hab})	Liste rouge régionale des habitats
1	LC (préoccupation mineure)
2	LC (préoccupation mineure)
3	NT (quasi menacé) et déterminant ZNIEFF
4	VU (vulnérable)
5	EN (en danger)
6	CR (danger critique d'extinction)

Concernant la région Centre, la liste des habitats naturels potentiellement présents sur l'ensemble de son territoire, avec la correspondance des valeurs écologiques, est présentée en annexe, et doit être utilisée comme référence pour ce calcul.

2.2.2. Etape 2 : pondération de la note habitat I_{hab} par les espèces végétales

La deuxième entrée du calcul tient compte des espèces végétales qu'on trouve sur le site. Cette prise en compte s'opère par une pondération de la valeur écologique de l'habitat (I_{hab}) en fonction des espèces patrimoniales observées sur l'habitat concerné. Une grille définit la valeur écologique de chaque espèce végétale (I_{esp}) en fonction de son enjeu (espèces présentes sur la liste rouge régionale et espèces déterminantes de ZNIEFF en région, informations disponibles sur le site internet de la DREAL¹) définit comme suit :

Valeur écologique de l'espèce (I_{esp})	Catégorie LRR et déterminantes
0	espèce LC
1	espèce LC et déterminante ZNIEFF
2	espèce NT
4	espèce VU
8	espèce EN
16	espèce CR

¹ <http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr/biodiversite-r24.html>

Pour chaque habitat, on somme ensuite les valeurs écologiques des espèces ($\sum I_{\text{esp}}$) présentes et une pondération est affectée à la valeur écologique de l'habitat I_{hab} , en fonction des valeurs seuils suivantes :

Somme des I_{esp} par habitat ($\sum I_{\text{esp}}$)	Pondération de I_{hab}
0	$I_{\text{hab}} + 0$
1	$I_{\text{hab}} + 0,2$
2-3	$I_{\text{hab}} + 0,4$
4-7	$I_{\text{hab}} + 0,6$
8-15	$I_{\text{hab}} + 0,8$
≥ 16	$I_{\text{hab}} + 1$

2.2.3. Etape 3 : pondération de la note globale par les espèces animales

Contrairement à la flore, la pondération faune ne s'effectue pas au niveau de l'habitat naturel où l'espèce a été notée, mais à l'échelle de la carrière, du fait notamment de l'amplitude des milieux potentiellement fréquentés par les espèces animales, et de leur mobilité. Ceci reste néanmoins une approximation, notamment pour les espèces les moins mobiles ou les plus exigeantes en termes de milieux de vie.

De la même façon que pour la pondération flore, pour chacun des trois groupes taxonomiques – oiseaux, reptiles et amphibiens, insectes –, on calcule la somme des I_{esp} , selon une grille de valeurs qui a été adaptée, pour ne pas aboutir à une surévaluation de la pondération faune par rapport à celle sur la flore (notamment liée à l'échelle à laquelle se rapporte la pondération, c'est-à-dire, la carrière dans son ensemble) :

▪ Oiseaux :

Somme des I_{esp} par habitat ($\sum I_{\text{esp}}$)	Pondération de I_{hab}
0-1	$I_{\text{hab}} + 0$
2	$I_{\text{hab}} + 0,05$
3-4	$I_{\text{hab}} + 0,1$
5-8	$I_{\text{hab}} + 0,15$
9-16	$I_{\text{hab}} + 0,2$
≥ 16	$I_{\text{hab}} + 0,25$

▪ Amphibiens/reptiles :

Somme des I_{esp} par habitat ($\sum I_{\text{esp}}$)	Pondération de I_{hab}
0	$I_{\text{hab}} +0$
1	$I_{\text{hab}} +0,05$
2-3	$I_{\text{hab}} +0,1$
4-7	$I_{\text{hab}} +0,15$
8-15	$I_{\text{hab}} +0,2$
≥ 16	$I_{\text{hab}} +0,25$

▪ Insectes :

Somme des I_{esp} par habitat ($\sum I_{\text{esp}}$)	Pondération de I_{hab}
0	$I_{\text{hab}} +0$
1	$I_{\text{hab}} +0,05$
2-3	$I_{\text{hab}} +0,1$
4-7	$I_{\text{hab}} +0,15$
8-15	$I_{\text{hab}} +0,2$
≥ 16	$I_{\text{hab}} +0,25$

2.3. Les limites de la méthode

Un indice ne suffit pas à lui seul pour appréhender toute la complexité des écosystèmes présents sur la zone où il a été calculé. Ainsi, plusieurs informations ne sont pas prises en compte dans l'IBC.

La première information absente est le statut de protection des espèces. L'étude de la DREAL (2013) a révélé plusieurs espèces protégées sur certains sites alors que l'enjeu, à l'échelle de la carrière, n'était pas élevé. Cependant, il est nécessaire de tenir compte de la présence de ces espèces dans la gestion de la carrière. L'absence de cette information sur le statut réglementaire est un choix, car l'indice se veut un reflet des intérêts patrimoniaux des sites étudiés, or certaines espèces protégées ont un enjeu faible au niveau régional.

Lorsqu'on analyse les résultats de l'IBC, il est important de ne pas oublier qu'il est en premier lieu très dépendant de la surface des habitats. Or, il existe plusieurs habitats patrimoniaux qui, par nature, ne s'observent que sur de faibles surfaces. Par conséquent,

l'importance de quelques habitats peut être minorée à l'échelle de la carrière lorsqu'on y trouve une grande surface d'habitats banals.

D'autres informations ne sont pas prises en compte dans le calcul de l'indice, comme le nombre total d'espèces observées sur la carrière ou la mosaïque des habitats présents.

3. Application à un cas concret

3.1. Description du site

Le cas présenté ici a été traité dans le cadre de l'étude de la DREAL portant sur l'élaboration de l'IBC. Il est volontairement rendu anonyme. Il s'agit d'une carrière entièrement réhabilitée depuis plusieurs années. Elle est située en bord de Loire et possède une importante surface en plans d'eau.

On y trouve les habitats suivants :

Description de l'habitat	Code Corine	Surface (ha)	Valeur I _{hab}
zone proche d'étang régulièrement perturbée (friche)	87.1	0,47	1
roncier assez dense	31.831	1,19	1
fourré dominé par le genêt et la ronce	31.84	1,12	1
pelouse à Corynéphore en cours d'enfrichement	35.23	0,38	4
prairie	38.2	1,86	2
boisement de Robinier	83.324	2,01	1
boisement de saules en bord d'étang	44.13	2,14	3
plan d'eau sans végétation, non prospecté	22.1	9,99	1

Concernant les espèces floristiques, on note la présence de :

Habitat (Code Corine)	Espèces floristiques	Pondération
87.1	-	0
31.831	-	0
31.84	Luzerne naine (<i>Medicago minima</i>) - déterminant ZNIEFF	+0,2
35.23	Hélianthème à gouttes (<i>Tuberaria guttata</i>), Luzerne naine (<i>Medicago minima</i>), Corynéphore blanc (<i>Corynephorus canescens</i>) – déterminants ZNIEFF	+0,4
38.2	Scrophulaire des chiens (<i>Scrophularia canina</i>) - déterminant ZNIEFF	+0,2
83.324	-	0
44.13	Peuplier noir (<i>Populus nigra</i>) - déterminant ZNIEFF	+0,2
22.1	-	0

Pour les espèces faunistiques, les inventaires révèlent :

Oiseaux	Reptiles et Amphibiens	Libellules / Papillons
Faucon hobereau (<i>Falco subutteo</i> (NT)) Bruant jaune (<i>Emberiza citrinella</i> (NT)) Bihoreau gris (<i>Nycticorax nycticorax</i> (VU))	Crapaud calamite (<i>Bufo calamita</i> (NT))	Anax napolitain (<i>Anax parthenope</i> (NT)) Gomphe serpentín (<i>Ophiogomphus cecilia</i> (NT)) Cordulie à corps fin (<i>Oxygastra curtisii</i> (VU))
Pondération : +0,15	+0,1	+0,4

3.2. Calcul de l'Indice de Biodiversité de Carrière

Avec la seule entrée habitats, l'IBC du site s'élève à 1,38, qui correspond à un niveau d'enjeu faible concernant les habitats, avec toutefois quelques milieux, de faible surface, présentant un certain enjeu (pelouses à Corynéphore notamment).

Après pondération des habitats par les espèces végétales, on obtient une valeur d'indice de 1,46. Enfin, avec l'apport des pondérations concernant la faune, la note finale de l'IBC sur la carrière est de 2,11.

4. Annexe

Liste des habitats présents en région Centre et leur valeur I_{hab} (les habitats entre crochets [] correspondent à une sous catégorie du code affecté et ayant une valeur I_{hab} particulière)

Code Corine Biotope	Dénomination dans le Code Corine Biotope	Valeur I_{hab}
22.1	Eaux douces	1
22.3	Communautés amphibies	2
22.31	Communautés amphibies pérennes septentrionales	3
22.312	Gazons à <i>Eleocharis sp</i> en eaux peu profondes	3
22.313	Gazons des bordures d'étangs acides en eaux peu profondes [Gazons d'Isoète à feuilles ténues (<i>Isoetes velata subsp. tenuissima</i>), Gazons d'Ache inondée (<i>Apium inundatum</i>), Gazons de Littorelle à une fleur (<i>Littorella uniflora</i>)]	3 [6,4,4]
22.314	Gazons des berges tourbeuses en eaux peu profondes	3
22.32	Gazons amphibies annuels septentrionaux [Végétations amphibies annuelles des mouillères]	3 [5]
22.321	Communautés à <i>Eleocharis sp</i>	3
22.323	Communautés naines à <i>Juncus bufonius</i>	3
22.3232	Gazons à petits souchets	3
22.3233	Communautés d'herbes naines des substrats humides [Gazons à Isoète épineux (<i>Isoetes hystrix</i>), Gazons hygrophiles de petites annuelles des chemins humides, Gazons hygrophiles de petites annuelles des bords d'étangs]	3 [6,4,5]
22.33	Groupements à <i>Bidens tripartitus</i>	2
22.41	Végétations flottant librement	3
22.411	Couverture de Lemnacées	3
22.412	Radeaux de Petit-nénuphar (<i>Hydrocharis morsus ranae</i>)	4
22.414	Colonies d'utriculaires	3
22.42	Végétations enracinées immergées	3
22.421	Groupements de grands potamots	3
22.422	Groupements de petits potamots	3
22.43	Végétations enracinées flottantes	2
22.431	Tapis flottant de végétaux à grandes feuilles	3
22.4311	Tapis de nénuphars	3
22.4312	Tapis de châtaignes d'eau	5
22.4313	Tapis de Faux nénuphars (<i>Nymphoides peltata</i>)	5
22.4314	Tapis de Potamot flottant	3
22.4315	Tapis de renouées	3
22.432	Communautés flottantes des eaux peu profondes	3
22.433	Groupements oligotrophes de potamots	2
22.44	Tapis immergés de Characées	3
22.441	Tapis de <i>Chara sp</i>	3
22.442	Tapis de <i>Nitella sp</i>	3
22.45	Mares de tourbières à sphaignes et utriculaires	6
24.4	Végétation immergée des rivières	2
24.41	Herbiers oligotrophes et acidiphiles des petits cours d'eau	4
24.42	Herbiers oligotrophes et basophiles des petits cours d'eau	5
24.43	Végétation des rivières mésotrophes	3
24.44	Végétation des rivières eutrophes	3
24.52	Groupements euro-sibériens annuels des vases fluviatiles	3
31.1	Landes humides	3
31.11	Landes humides septentrionales [Landes humides à Bruyère à quatre angles (<i>Erica tetralix</i>)]	4
31.12	Landes humides méridionales [Landes humides à Bruyère ciliée (<i>Erica ciliaris</i>) et Bruyère à quatre angles (<i>Erica tetralix</i>)]	5
31.2	Landes sèches	3
31.22	Landes sub-atlantiques à genêts et callunes	3

31.23	Landes atlantiques à <i>Erica sp</i> et <i>Ulex sp</i>	3
31.2391	Landes aquitano-ligériennes à <i>Ulex minor</i> et <i>Erica cinerea</i>	3
31.2392	Landes aquitano-ligériennes à <i>Ulex minor</i> et <i>Erica ciliaris</i> [Landes fraîches à Bruyère ciliée (<i>Erica ciliaris</i>)]	4
31.2393	Landes aquitano-ligérienne à <i>Ulex minor</i> et <i>Erica scoparia</i> [Landes fraîches à Bruyère à balais (<i>Erica scoparia</i>)]	3
31.2412	Landes arides de Gascogne et Sologne [Landes arides de Sologne à Hélianthème, Halimium faux-alysson (<i>Cistus lasianthus</i>) et Cladonies]	6
31.8	Fourrés	1
31.81	Fourrés médio-européens sur sol fertile	1
31.8111	Fruticées subatlantiques <i>Prunus spinosa</i> et <i>Rubus fruticosus</i>	1
31.812	Fruticées à Prunellier et Troène	1
31.8121	Fruticées atlantiques et medio-européennes à Prunellier et Troène	1
31.81211	Fruticées medio-européennes à Prunellier et Troène	3
31.8123	Fruticées rocailleuses	2
31.82	Fruticées à buis [Fourrés stables de Buis]	3
31.83	Fruticées des sols pauvres atlantiques	1
31.831	Ronciers	1
31.84	Landes à genêts	1
31.8411	Landes à genêts des plaines et collines	1
31.842	Landes à <i>Cytisus purgans</i>	2
31.85	Landes à ajoncs	1
31.861	Landes subatlantiques à fougères	1
31.8711	Clairières à épilobes et digitales	1
31.8712	Clairières à arctiums et belladonse	1
31.872	Clairières à couvert arbustif	1
31.88	Fruticées à Genévrier commun	5, 6
31.881	Landes à genévriers [Fourrés calcicoles de Genévrier commun (<i>Juniperus communis</i>)]	5
31.882	Landes à genévriers [Fourrés acidiphiles de Genévrier commun (<i>Juniperus communis</i>)]	6
34.11	Pelouses médio-européennes sur débris rocheux [Pelouses pionnières des dalles calcaires]	5
34.114	Groupements thérophytiques médio-européens sur débris rocheux	5
34.12	Pelouses des sables calcaires [Pelouses sablo-calcaires ouvertes]	5
34.32	Pelouses calcaires sub-atlantiques semi-arides	4
34.322	Pelouses semi-arides médio-européennes à <i>Bromus erectus</i> [Pelouses calcicoles mésophiles]	4
34.3225	Mesobromion crétacé du bassin parisien	4
34.3227	Mesobromion jurassique du bassin parisien	4
34.323	Pelouses semi-arides médio-européennes dominées par <i>Brachypodium sp</i>	3
34.324	Pelouses mesobromion alluviales et humides [Pelouses marnicoles mésophiles]	5
34.325	Pelouses semi-arides médio-européennes dominées par <i>Sesleria sp</i> [Pelouses calcicoles mésophiles]	4
34.332	Pelouses médio-européennes du <i>Xerobromion</i> [Pelouses calcicoles xérophiles]	5
34.3324	<i>Xerobromion</i> tertiaire parisien	5
34.34	Pelouses calcaréo-siliceuses de l'Europe centrale	3
34.342	Pelouse sur sables légèrement calcaires [Pelouses sablo-calcaires fermées, landes et landines à Armoise champêtre (<i>Artemisia campestris</i>)]	5
34.41	Lisières xéro-thermophiles [Ourlets calcicoles xéro-thermophiles]	4
34.42	Lisières mésophiles	3
34.513	Groupements méditerranéens annuels des sols superficiels	6
34.5131	Groupements annuels calciphiles de l'ouest méditerranéen [Pelouses calcicoles sub-steppiques de graminées annuelles des causses du Berry]	6
35.1	Gazons atlantiques à Nard raide et groupements apparentés [Pelouses acidiphiles vivaces fermées à Agrostis à soies (<i>Agrostis curtisii</i>)][Pelouses acidoclines à hyperacidiphiles vivaces fermées du " <i>Violion caninae</i> " sensu lato]	4
35.21	Prairies siliceuses à annuelles naines	3
35.22	Pelouses siliceuses ouvertes permanentes	2
35.23	Pelouses à <i>Corynephorus sp</i> [Pelouses acidiphiles vivaces ouvertes du " <i>Corynephorion canescentis</i> " sensu lato]	4

37.1	Communautés à Reine des prés et communautés associées	3
37.2	Prairies humides eutrophes	2
37.21	Prairie humides atlantiques et subatlantiques [Prairies de fauche longuement inondables] [Prairies inondables de fauche]	4
37.217	Prairies à Jonc diffus	1
37.219	Prairies à Scirpe des bois	2
37.24	Prairies à agropyre et rumex	1
37.311	Prairies calcaires à Molinie [Prairies humides oligotrophes basiphiles]	6
37.312	Prairie acides à Molinie [Prairies humides et molinaies landicoles hygrophiles oligotrophes acidiphiles]	4
37.32	Prairies à Jonc rude et pelouses humides à nards	3
37.71	Ourlets des cours d'eau	3
37.714	Communautés riveraines à <i>Petasites sp</i>	3
37.715	Ourlets riverains mixtes	3
37.72	Franges des bords boisés ombragés	2
38.1	Pâtures mésophiles	2
38.111	Pâturages à ray-grass	2
38.112	Pâturages à <i>Cynosurus-Centaurea</i>	2
38.2	Prairies à fourrages	2
38.21	Prairies atlantiques à fourrages	2
38.22	Prairies des plaines médio-européennes à fourrage	2
41.12	Hêtraie atlantiques acidiphiles	3
41.122	Hêtraies acidiphiles sub-atlantiques	3
41.13	Hêtraies neutrophiles	3
41.131	Hêtraies à Mélisque	3
41.1312	Hêtraies neutroclines à Mélisque	3
41.1321	Hêtraies calciclines à Jacinthe des bois	3
41.1322	Hêtraies neutroclines à Jacinthe des bois	3
41.16	Hêtraie sur calcaire [Hêtraies-chênaies calcicoles sèches]	6
41.2	Chênaies-charmaies	2
41.21	Chênaies atlantiques mixtes à Jacinthes des bois	3
41.22	Frênaies-chênaies et chênaies-charmaies aquitaniennes	2
41.23	Frênaies-chênaies sub-atlantiques à primevère	3
41.24	Chênaies-charmaies à stellaires sub-atlantiques	2
41.241	Chênaies-charmaies du Nord-Ouest	2
41.27	Chênaies-charmaies et frênaies-charmaies calciphiles	3
41.273	Chênaie-charmaies calciphiles	3
41.3	Frênaies	2
41.39	Bois de frênes post-cultureux	2
41.4	Forêts mixtes de pentes et ravins [Tillaies hygrosclaphiles sur éboulis calcaire]	4 [6]
41.41	Forêt de ravin à frênes et sycomores [Forêts de ravin à frêne et Scolopendre]	4
41.5	Chênaies acidiphiles	2
41.51	Bois de Chêne pédonculé et de bouleaux	2
41.52	Chênaies acidiphiles atlantiques à hêtres	2
41.521	Forêts de Chêne sessile du nord-ouest	2
41.54	Chênaies aquitano-ligériennes sur podzols	2
41.55	Chênaies aquitano-ligériennes sur sols lessivés ou acides	2
41.65	Forêt françaises de <i>Quercus pyrenaica</i>	3
41.711	Bois occidentaux de <i>Quercus pubescens</i>	3
41.B	Bois de bouleaux	2
41.D	Bois de trembles	2
44.1	Formations riveraines de saules	3
44.121	Saussaies à osiers et <i>Salix triandra</i>	3
44.13	Forêts galeries de Saule blanc	3
44.3	Forêt de frênes et d'aulnes des fleuves médio-européens	3
44.32	Bois de frênes et d'aulnes des rivières à débit rapide	3

44.33	Bois de frênes et d'aulnes des rivières à eaux lentes	3
44.332	Bois de frênes et d'aulnes à hautes herbes [Aulnaies-frênaies des rivières à cours lent] [Aulnaies à hautes herbes des sols engorgés]	3
44.4	Forêts mixtes de chênes, d'ormes et de frênes des grands fleuves [Chênaies-ormaises-frênaies de la Loire et de ses grands affluents]	3
44.911	Bois d'aulnes marécageux méso-eutrophes	3
44.9112	Bois d'aulnes marécageux à <i>Carex allongée</i>	3
44.912	Bois d'aulnes marécageux oligotrophes	3
44.92	Saussaies marécageuses	2
44.921	Saussaies marécageuses à Saule cendrée	2
44.922	Saussaies à sphaignes	2
44.93	Bois marécageux de bouleaux et Piment royal [Fourrés de Piment royal (<i>Myrica gale</i>)]	6
51.11	Landes tourbeuses ; Buttes, bourrelets et pelouses tourbeuses [Tourbières " hautes actives "]	5 [6]
51.122	Chenaux superficiels, cuvettes peu profondes	3
51.2	Tourbières à Molinie bleue	2
53.1	Roselières	1
53.11	Phragmitaies [Phragmitaies de grande surface (Roselières à Roseau - <i>Phragmites australis</i>)]	2 [4]
53.12	Scirpaies lacustres	2
53.13	Typhaies	1
53.14	Roselières basses	2
53.141	Communautés de sagittaires	2
53.143	Communautés à Rubanier négligé	2
53.144	Communautés avec Acore vrai	2
53.145	Communautés à Jonc fleuri	2
53.146	Communautés d' <i>Oenanthe aquatica</i> et <i>Rorippa amphibia</i>	2
53.147	Communautés de Prêle d'eau	2
53.148	Communautés de Grande Berle	2
53.149	Végétation à <i>Hippuris vulgaris</i> [Formations à Pesse d'eau (<i>Hippuris vulgaris</i>)]	6
53.14A	Végétation à <i>Eleocharis palustris</i>	2
53.15	Végétation à <i>Glyceria maxima</i>	2
53.16	Végétation à <i>Phalaris arundinacea</i>	2
53.2	Communautés à grands carex	2
53.21	Peuplements de grandes laïches (Magnocariçaies)	2
53.2121	Cariçaies à <i>Carex acuta</i>	2
53.2122	Cariçaies à <i>Carex acutiformis</i>	2
53.213	Cariçaies à <i>Carex riparia</i>	2
53.2141	Cariçaies à <i>Carex rostrata</i>	2
53.2142	Cariçaies à <i>Carex vesicaria</i>	2
53.2151	Cariçaies à <i>Carex elata</i>	2
53.216	Cariçaies à <i>Carex paniculata</i>	2
53.217	Cariçaies à <i>Carex appropinquata</i>	2
53.218	Cariçaies à <i>Carex pseudocyperus</i>	2
53.3	Végétation à <i>Cladium mariscus</i> [Marais alcalins à Marisque (<i>Cladium mariscus</i>)]	4
53.4	Bordure de calamagrostis des eaux courantes	2
53.5	Jonchaies hautes	1
54.11	Sources d'eaux douces pauvres en bases	3
54.111	Sources d'eaux douces à bryophytes	3
54.112	Sources à cardamines	3
54.12	Végétations des sources calcaires	6
54.2	Bas-marais alcalins [Bas-Marais alcalins]	6
54.21	Bas-marais à <i>Schoenus nigricans</i>	6
54.4	Bas-marais acides	5
54.422	Bas-marais sub-atlantiques à <i>Carex nigra</i> , <i>Carex canescens</i> et <i>Carex echinata</i>	5
54.4221	Bas-marais acides sub-atlantiques à <i>Carex sp</i>	5
54.5	Tourbière de transition [Tremblants à Carex à bec (<i>Carex rostrata</i>), Rhynchospore blanc	6

	(<i>Rhynchospora alba</i>), Trèfle d'eau (<i>Menyanthes trifoliata</i>), Potentille des marais (<i>Potentilla palustris</i>)...]	
54.511	Pelouses de <i>Carex lasiocarpa</i> et mousses brunes	6
54.512	Pelouses de <i>Carex lasiocarpa</i> et sphaignes	6
54.52	Tourbières tremblantes à <i>Carex diandra</i>	6
54.531	Tourbières tremblantes acidiclinales à <i>Carex rostrata</i>	6
54.541	Pelouses à <i>Carex limosa</i> des bourniers et mousses brunes	6
54.57	Tourbières tremblantes à <i>Rhynchospora sp</i>	6
54.58	Radeaux de sphaignes et de linaigrettes	6
54.59	Radeaux à <i>Menyanthes trifolia</i> et <i>Potentilla palustris</i>	6
54.6	Communautés à <i>Rhynchospora alba</i> [Dépressions pionnières humides à rhynchosporées]	5
62.1	Végétation des falaises continentales calcaires	3
62.152	Falaises calcaires médio-européennes à fougères	3
62.212	Falaises siliceuses hercyniennes	3
81.1	Prairies sèches améliorées	1
82.1	Champs d'un seul tenant intensément cultivés	1
82.12	Cultures en maraîchage	1
82.2	Cultures avec marges de végétation spontanée [Végétations annuelles adventices des cultures sur sols sablonneux acides]	3
82.3	Culture extensive	1
83.1	Vergers de hautes tiges	1
83.21	Vignobles [Végétations vivaces pionnières des vignes et vergers]	1 [3]
83.31	Plantations de conifères	1
83.32	Plantations d'arbres feuillus [mélange d'espèces autochtones]	1 [2]
83.321	Plantations de peupliers	1
83.324	Plantations de robiniers	1
84.1	Alignements d'arbres	2
84.2	Bordures de haies	2
84.3	Petits bois, bosquets	2
85.12	Pelouses de parcs	1
86.1	Villes	1
86.2	Villages	1
86.41	Carrières [milieu considéré comme zone d'extraction (front de taille, carreau d'exploitation...) sans espèces floristiques]	1
87.1	Terrains en friche	1
87.2	Zone rudérale	1
89.2	Lagunes industrielles et canaux d'eau douce	1

3. Annexes réglementaires et d'orientations nationales

- A13 - Disposition 1D du SDAGE Loire-Bretagne 2010-2015, relative aux carrières en lit majeur
- A14 - Stratégie Nationale pour la Gestion Durable des Granulats Terrestres et Marins (mars 2012)
- A15 - Livre Blanc de l'Union Nationale des Producteurs de Granulats (mai 2011)

Ces documents sont consultables sur les sites Internet des organismes qui les produisent, ainsi que sur demande auprès de la DREAL Centre-Val de Loire.

4. Études réalisées dans le cadre de l'élaboration du schéma

- A16 - Rapport d'élaboration de la carte des ressources en matériaux de la région Centre (BRGM)
- A17 - Étude sur le recyclage des déchets inertes dans le BTP (CER-BTP)
- A18 - Étude sur le potentiel d'emploi des matériaux du Loiret (CETE)
- A19 - Étude économique sur l'approvisionnement du département en matériaux (UNICEM)
- A20 - Étude de la biodiversité des carrières du Cher et du Loiret (DREAL Centre)

Ces documents sont consultables sur les sites Internet des organismes qui les produisent, ainsi que sur demande auprès de la DREAL Centre-Val de Loire.