

Avis Technique 17.2/14-280_V2

Annule et remplace l'Avis Technique 17/14-280*V1

*Procédé de stockage d'eau
pluviale
Rainwater storage process*

NIDAPLAST NIDAFLOW

Titulaire : NIDAPLAST
rue Paul Vaillant Couturier
59224 THIAN

Tél. +33 (0)3 27 44 88 00
Fax +33 (0)3 27 44 88 02
E-mail : contact@nidaplast.com
Internet : www.nidaplast.com

Usine : France, THIAN

Groupe Spécialisé n° 17.2

Réseaux et Epuration

Publié le 5 février 2019



Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques
d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : www.ccfat.fr

Le Groupe Spécialisé n° 17 « Réseaux et Epuration » a examiné le 20 novembre 2018, la demande relative aux blocs NIDAPLAST et NIDAFLOW présentée par la Société NIDAPLAST. Il a formulé, sur ces composants, l'Avis Technique ci-après. Le présent document, auquel est annexé le Dossier Technique établi par le demandeur, transcrit l'Avis formulé par le Groupe Spécialisé n° 17 sur le produit et les dispositions de mise en œuvre proposées pour son utilisation dans le domaine d'emploi visé et dans les conditions de la France Européenne et des départements, régions et collectivités d'Outre-mer (DROM-COM). Cet Avis se substitue à l'Avis Technique 17/14-280*V1.

1. Définition succincte

Le système de rétention et d'infiltration NIDAPLAST et NIDAFLOW est réalisé à partir de bloc en polypropylène constitués d'éléments soudés en usine.

Ces blocs peuvent être juxtaposés ou empilés afin de constituer un réservoir destiné à recevoir des eaux pluviales.

Les blocs NIDAPLAST sont dépourvus de fentes sur les faces supérieures et inférieures.

Les blocs NIDAFLOW sont munis de fentes sur la face inférieure afin de faciliter la diffusion des eaux pluviales à l'intérieur de l'ouvrage.

Les principales caractéristiques du bloc NIDAPLAST et NIDAFLOW sont les suivantes :

- Couleur : noir.
- Longueur : 2400 mm.
- Largeur : 1200 mm.
- Hauteur : 520 mm.
- Largeur des alvéoles : 50 mm.

1.1 Identification

Chaque bloc comporte, conformément au référentiel de la marque QB, les mentions suivantes :

- l'appellation : NIDAPLAST ou NIDAFLOW,
- l'identification de l'usine,
- le matériau : PP
- la date de fabrication : semaine, année.
- Le sens de pose.




- le logo  suivi de la référence figurant sur le certificat.

Lorsque les blocs NIDAPLAST et NIDAFLOW sont utilisés pour réaliser un bassin de rétention ou d'infiltration, conformément aux dispositions décrites dans le Dossier Technique, il est apposé dans le regard d'entrée ou de sortie du bassin une plaque signalétique comportant le marquage suivant :

- l'appellation NIDAPLAST ou NIDAFLOW,
- le numéro d'identification du chantier,
- la date de réalisation de l'ouvrage,



- le logo  suivi de la référence figurant sur le certificat.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi

Les blocs NIDAPLAST et NIDAFLOW sont destinés à la réalisation de bassins enterrés, en l'absence de nappe phréatique, dans les conditions définies au § 7 du Dossier Technique, afin de permettre :

- La rétention des eaux pluviales lorsque la structure est enveloppée dans une géomembrane étanche,
- La rétention et/ou l'infiltration dans le sol support lorsque l'ouvrage n'est pas conçu pour être étanche.

Il est rappelé que la présence d'un exutoire est obligatoire : trop-plein et raccordement à un réseau d'évacuation des eaux pluviales à l'exception des puits d'infiltration réalisés en assainissement pluvial individuel.

2.2 Appréciation sur le produit

2.2.1 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

2.2.1.1 Données Environnementales et sanitaires

Les produits NIDAPLAST et NIDAFLOW ne disposent d'aucune Déclaration Environnementale (DE) et ne peuvent donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les Déclarations Environnementales n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

2.2.1.2 Aspects sanitaires

Le présent avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux substances dangereuses, pour la fabrication du produit, son intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent avis. Le titulaire du présent avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

2.2.1.3 Autres qualités d'aptitude à l'emploi

Les Structures Alvéolaire Ultra Légères NIDAPLAST et NIDAFLOW et leur mise en œuvre répondent aux recommandations du Guide Technique "Les Structures Alvéolaires Ultra Légères (SAUL) pour la gestion des eaux pluviales (2011)".

Les essais et études réalisés par le demandeur ou au CSTB lors de l'instruction de l'Avis Technique ainsi que les références fournies montrent que ce produit permet de donner satisfaction dans le domaine d'emploi envisagé en 2.1.

Le respect des conditions de conception et de mise en œuvre telles que définies dans le Dossier Technique est une condition indispensable au bon fonctionnement du système.

Les volumes utiles des structures mises en œuvre limitent les volumes de terrassement nécessaires.

La conception modulaire permet de s'adapter aux contraintes topographiques de l'ouvrage.

Le système de rétention et d'infiltration NIDAPLAST et NIDAFLOW doit permettre d'assurer certaines fonctions qu'il convient d'examiner :

Tenue mécanique

La connaissance et la prise en compte des caractéristiques géotechniques du sol est indispensable pour la conception et la réalisation de l'ouvrage.

Les dispositions préconisées par la société NIDAPLAST doivent être prises en compte par le maître d'œuvre au stade de l'étude préalable. Elles permettent d'assurer la stabilité de l'ouvrage et sa compatibilité avec d'éventuelles applications routières.

Il convient de rappeler que la déformation maximale admissible à long terme sur l'ouvrage est à fixer par le Maître d'œuvre. Cette exigence peut limiter la hauteur de l'ouvrage indépendamment des autres considérations à prendre en compte. La valeur de déformation à long terme à prendre en compte est de 2 % de la hauteur totale de blocs.

Par ailleurs, les moyens mis en œuvre par la société NIDAPLAST pour assurer la constance des performances mécaniques des modules, ainsi que la prise en compte des effets dynamiques (selon les prescriptions du fascicule 70), lorsque la structure est mise en œuvre sous chaussée, permettent de dimensionner l'ouvrage sur la base d'un coefficient de sécurité γ_M de 1,5.

Pour les zones climatiques où la température du sous-sol est supérieure aux valeurs communément observées en France Métropolitaine, il convient de porter cette valeur à 1,6.

Hydraulique

Les dispositions prises pour le calcul des débits d'infiltration dans le sol, le dimensionnement des ouvrages ainsi que les dispositions constructives générales sont définis dans Guide Technique "Les Structures Alvéolaires Ultra Légères (SAUL) pour la gestion des eaux pluviales (2011)" et dans le Fascicule 70 Titre II.

La pérennité des performances hydrauliques est indissociable du respect des conditions d'entretien.

2.22 Durabilité – Entretien

2.221 Matériau

Compte tenu de la nature du matériau constitutif, la durabilité des composants ne pose pas de problème particulier.

2.222 Conditions d'accès

L'accessibilité aux outils d'investigation dans les drains de diffusion est assurée au moyen de boîtes d'inspection ou de regards situés en amont et aval de l'ouvrage.

2.223 Pérennité des fonctions

Les blocs NIDAPLAST et NIDAFLOW ne peuvent pas faire l'objet de curage total. Seuls les drains de diffusion peuvent être nettoyés de façon plus ou moins complète.

Le système par alimentation par le bas (§8.1 du Dossier technique) est celui qui, par son principe d'auto-curage, apporte le maximum de sécurité vis-à-vis des risques de colmatage ou de pollution accidentelle.

La pérennité des fonctions repose essentiellement sur les performances du dispositif de prétraitement.

Il convient de tenir compte des caractéristiques des eaux pluviales (présence de macrodéchets, feuilles mortes...) pour définir les conditions d'accès et la nature du traitement préalable.

Les fonctions attendues de l'ouvrage sont conditionnées au respect des conditions d'entretien.

Les regards ou boîtes d'inspection et drains doivent être inspectés et, si nécessaire, curés après de fortes pluies ou accidents et à une fréquence propre aux conditions du site. Les opérations de maintenance sont à adapter en fonction du résultat de ces visites.

Dans le cas des ouvrages d'infiltration, le respect de la démarche d'étude du projet tel que définie dans le § 3 du guide SAUL (nature des effluents, caractéristiques du sol...) et des conditions d'entretien sont impératifs pour assurer le maintien de la capacité d'infiltration dans le temps.

2.23 Fabrication et contrôle

La fabrication des blocs NIDAPLAST et NIDAFLOW est réalisée par extrusion.

Les cahiers des charges relatifs aux matières sont déposés au CSTB.

La fabrication des composants constituant les blocs NIDAPLAST et NIDAFLOW fait l'objet de contrôles internes intégrés dans un système qualité basé sur la norme NF EN ISO 9001 (2015).

Les contrôles internes et externes tels que décrit dans le Dossier Technique permettent d'assurer une constance convenable de la qualité.

Cet avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de la fabrication décrits dans le Dossier Technique Etabli par le Demandeur (DTED).

2.24 Mise en œuvre

La mise en œuvre du produit ne présente pas de difficulté particulière si elle est réalisée selon les indications du Dossier Technique.

Un suivi rigoureux des conditions de mise en œuvre doit être exercé.

On devra tout particulièrement veiller au choix des matériaux de remblayage et conditions de compactage.

La légèreté des blocs facilite la mise en œuvre.

2.3 Prescriptions Techniques

2.31 Caractéristiques des produits

Les caractéristiques des blocs NIDAPLAST et NIDAFLOW doivent être conformes aux indications du Dossier Technique.

2.32 Fabrication

Un contrôle interne tel que décrit dans le Dossier Technique doit être mis en place par le fabricant.

2.33 Conception

Les éléments à réunir dans le cadre de l'étude préalable sont définis dans le document : Guide Technique "Les Structures Alvéolaires Ultra Légères (SAUL) pour la gestion des eaux pluviales (2011) de 2011 et dans le Fascicule 70 Titre II.

Ils comprennent notamment les éléments :

- liés au milieu physique : topographie du terrain, hauteur de nappe, perméabilité et caractéristiques géotechniques du sol.
- liés à l'urbanisation : réutilisation de l'espace, présence d'un bâti, qualité et usage des eaux, trafic.
- d'évaluation des paramètres hydrauliques : bassin versant, surface active, volume et débit basés sur l'Instruction Technique 77/284.

2.34 Mise en œuvre

Le respect des conditions de mise en œuvre exposées au paragraphe 9 est une condition indispensable au bon fonctionnement des bassins constitués de blocs NIDAPLAST et NIDAFLOW.

Il en est de même des prescriptions complémentaires définies par le Maître d'œuvre qui découlent des conditions particulières de chaque chantier de bassin de rétention et d'infiltration des eaux pluviales.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation des blocs NIDAPLAST et NIDAFLOW dans le domaine d'emploi prévu est appréciée favorablement.

Validité

Jusqu'au 31 décembre 2023

*Pour le Groupe Spécialisé n° 17
Le Président*

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Il est rappelé que l'Avis Technique ne porte pas sur les applications à l'échelle de l'habitat individuel.

Le Groupe Spécialisé n° 17 attire l'attention du concepteur sur l'importance de la protection de ces ouvrages vis à vis de l'introduction de matières décantables.

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé
n° 17*

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe

Les blocs NIDAPLAST et NIDAFLOW sont fabriqués par la société NIDAPLAST depuis 1985.

Ces produits entrent dans le cadre de la réalisation d'ouvrages tels que définis dans le guide "Les Structures Alvéolaires Ultra légères (SAUL) pour la gestion des eaux pluviales" publié en décembre 2011 par l'IFSTTAR.

Ils sont conçus pour créer des ouvrages de stockage enterrés (bassins, noues ou puits d'infiltration) afin d'optimiser la gestion des eaux pluviales de ruissellement.

Les blocs NIDAPLAST et NIDAFLOW sont destinés aux applications relevant du domaine des travaux publics et du génie civil ainsi que de l'assainissement pluvial individuel.

NIDAPLAST et NIDAFLOW sont prêts à l'emploi, manu-portables et découppables sur site pour faciliter la mise en œuvre et l'assemblage sur chantier.

Les blocs NIDAPLAST et NIDAFLOW permettent de s'adapter aux différentes contraintes de chantier en termes de résistance mécanique et de circulation hydraulique selon le type de fonctionnement du bassin.

Les ouvrages réalisés à partir des modules NIDAPLAST et NIDAFLOW et différents accessoires permettent d'assurer les fonctions suivantes :

Fonctions de service :

Les fonctions de service assurées par les ouvrages réalisés à partir de NIDAPLAST et NIDAFLOW sont le stockage et/ou l'infiltration.

La rétention des effluents est assurée lorsque la structure est enveloppée dans une géomembrane étanche.

Lorsque l'ouvrage n'est pas conçu pour être étanche, l'infiltration peut s'effectuer dans le sol support.

Le débit de l'évacuation est fonction du taux de remplissage du bassin et du diamètre intérieur de la connexion au réseau d'évacuation, ou régulé au moyen d'un dispositif adapté.

Fonctions techniques :

Les fonctions techniques assurées par les ouvrages réalisés à partir de NIDAPLAST et NIDAFLOW sont les suivantes :

Recueil et Restitution :

- Ces deux fonctions sont réalisées au moyen de composants annexes comprenant des regards (ou boîtes d'inspection intégrées ou mis en œuvre en périphérie), pièces d'interface et rainures intégrées aux modules.
- Dans le cas d'un ouvrage étanche, le débit de l'évacuation est fonction du taux de remplissage du bassin et du diamètre intérieur de la connexion au réseau d'évacuation, ou régulé au moyen d'un dispositif adapté.
- Des drains permettent de distribuer l'effluent à l'intérieur de l'ouvrage.

Structurelle :

Le caractère structurant des blocs permet de conserver un usage du sol en surface.

Accessibilité :

L'accessibilité, limitée aux drains qui alimentent l'ouvrage, s'effectue au moyen des regards (ou boîtes d'inspection).

Ventilation :

L'ouvrage doit permettre l'équilibrage de la pression de l'air lors de phases de remplissage et de vidange.

1.1 Les blocs

NIDAPLAST et NIDAFLOW sont des produits anisotropes qui possèdent une résistance élevée dans le sens des alvéoles.

Les blocs NIDAPLAST (Voir Figure 1b) sont dépourvus de rainures.

Les blocs NIDAFLOW (Voir Figure 1d) sont rainurés pour faciliter, quand il n'y a pas de couche de diffusion ajoutée, le drainage horizontal ou la diffusion (Voir figures 1c et 1d). Les fentes de diffusion sont localisées sur la face inférieure des blocs. Elles diffusent horizontalement sur toute la surface du bassin de l'eau pluviale provenant des drains.

Les modules NIDAFLOW sont particulièrement destinés aux applications suivantes :

- Bassins étanches, pour éviter la mise en place de la couche de diffusion inférieure en matériau drainant (Voir figure 3) ;
- Bassins d'infiltration et noues pour faciliter la diffusion de l'eau dans les 3 directions.

Les gammes NIDAPLAST et NIDAFLOW sont les suivantes :

Caractéristiques et tolérances	NIDAPLAST			NIDAFLOW		
	400	500	600	400	500	600
Masse bloc (kg) ± 2,5%	52,0	59,0	66,0	59,0	66,0	73,0
Dimensions (m) ± 1,5%	2,4 x 1,2 x 0,52					
Masse volumique bloc (kg/m ³)	35,0	40,0	44,0	40,0	44,0	49,0

Tableau 1 : Gamme NIDAPLAST-NIDAFLOW- Dimensions et caractéristiques des différentes versions de blocs

1.2 Drains

Le dispositif de diffusion doit comprendre un drain routier de DN 200 minimum, conforme à la norme NF P 16-351 et de rigidité annulaire 8 kN/m². Il permet l'injection et la diffusion des eaux pluviales dans la structure.

Sa surface captante est d'au minimum de 50 cm²/m.

Une surface captante de 240 cm²/m permet d'optimiser le linéaire de drains mis en œuvre pour le bon fonctionnement de l'ouvrage.

Le drain est ouvert sur les 2/3 supérieur environs, permettant la continuité hydraulique des très faibles débits entre l'amont et l'aval des ouvrages de stockage des eaux pluviales.

2. Mode de fabrication et matériaux

2.1 Mode fabrication

La fabrication des blocs est réalisée par extrusion (usine Thiant).

Les plots de base (Voir figure 1a) sont extrudés puis découppés. Leurs dimensions après dépose du géotextile sont de : 0,4 x 0,3 x 0,52m.

Ces plots sont assemblés dans les 2 directions pour réaliser des bandes puis des blocs élémentaires de dimensions 2,4 x 1,2 x 0,52 m (Voir figure 1b et 1d).

Les blocs NIDAPLAST de hauteurs inférieures sont découppés à partir de blocs élémentaires.

Un géotextile très perméable est fixé par thermo-fusion sur les faces supérieures et inférieures des blocs. Ce géotextile a pour rôle de faciliter l'opération de finition des surfaces d'appui.

2.2 Matières

La matière utilisée est un mélange contrôlé de polypropylène vierge, de matières recyclées (chargée ou non chargée) agréées d'origine externe et interne. Les caractéristiques du mix de la matière vierge et de la matière recyclée externe figurent ci-dessous.

Caractéristiques	Spécifications	Paramètres de l'essai	Méthodes d'essai
Masse volumique	950 kg/m ³ ±50	T=23 ±2°C	NF EN ISO 1183
Indice de fluidité à chaud	6 à 14 g/10min.	T=230°C / 2,16 kg	NF EN ISO 1133
Résistance à la traction au seuil d'écoulement	25 à 50 MPa	Vitesse 50 mm/mn T=23 ± 2°C	NF EN ISO 527
Module de traction ou de flexion	≥1150 MPa	Vitesse 1 mm/mn T=23 ± 2°C	
Stabilité thermique (OIT*)	8 min.	200°C	NF EN 728

* Contrôle sur produit fini.

3. Description du produit

3.1 Aspect, état de finition

Les blocs sont de couleur noire.

Les blocs NIDAPLAST ou NIDAFLOW sont exempts de défauts d'aspect nuisant à leur fonction.

3.2 Dimensions

Le tableau 1 indique les dimensions des différentes versions de blocs.

Les alvéoles font environ 50 mm entre plats (Voir figure 1a).

Des blocs de dimensions et d'épaisseurs inférieures peuvent être découpés en usine sur demande. Les longueurs peuvent varier de 2400 à 1200 mm, les largeurs de 1200 à 800 mm, et les épaisseurs de 600 à 40 mm.

Les dimensions des rainures figurent sur les figures 1c et 1d.

Suivant les produits de la gamme, l'épaisseur nominale moyenne des parois internes varie de 0,8 à 1,3 mm.

3.3 Masse

La masse du bloc élémentaire dépend du type et des dimensions (Voir tableau 1).

3.4 Volume utile

L'indice de vide des blocs tels que définis dans le tableau 1 est au minimum de 95 % (valeur déterminée sur la base de la masse, de la densité de la matière et du volume apparent des blocs). Cette valeur permet de dimensionner le volume utile de bassin.

3.5 Caractéristiques mécaniques

3.5.1 Résistance en compression simple

La résistance en compression dans le sens de l'extrusion sur élément d'épaisseur 480 X 800 X 600 mm est réalisée selon la norme XP P 16-374.

Lors de l'essai de résistance à la compression, les charges sont appliquées à la vitesse de 5 mm/mn.

La déformation maximale admissible dans le sens vertical est de 4%.

Les résistances mécaniques en compression simple sont les suivantes :

	NIDAPLAST et NIDAFLOW		
	400	500	600
R _c verticale (kPa)	300	400	500
RI latérale (kPa)	15	15	20

Remarque : La résistance mécanique en compression simple permet de vérifier la constance de la fabrication des produits, et sert à vérifier l'aptitude à l'emploi en phase chantier mais ne suffit pas au dimensionnement mécanique de l'ouvrage fini.

3.5.2 Caractéristiques à long terme

Le comportement mécanique à long terme des ouvrages est basé sur une série d'essais de compression simple, verticale, mono axiale, menés sur une durée de plus de 10 000 h et basé sur la norme NF ISO 7850.

Ces essais consistent à appliquer différentes charges statiques égales à un pourcentage décroissant de la force maximale en compression afin de déterminer la valeur de déformation totale ainsi que la contrainte maximale admissible à 50 ans par extrapolation.

Les essais ont été effectués à 20°C et 60°C.

La déformation à rupture à long terme à prendre en compte à la rupture est de 4 %.

Les valeurs de pressions verticales maximales extrapolées sont les suivantes :

- NIDAPLAST et NIDAFLOW 400 : 90 kPa,
- NIDAPLAST et NIDAFLOW 500 : 130 kPa,
- NIDAPLAST et NIDAFLOW 600 : 170 kPa.

4. Marquage

Le marquage des blocs NIDAPLAST et NIDAFLOW est conforme aux exigences liées à l'Avis Technique et au référentiel de la marque QB.

Tous les blocs sont repérés par un marquage à jet d'encre reprenant la référence du produit, la date et l'heure de fabrication ainsi que les sens de pose.

5. Conditionnement, manutention, stockage

5.1 Conditionnement

Les blocs NIDAPLAST et NIDAFLOW sont livrés sur plots en bois et empilés en général sur 4 ou 5 éléments, maintenus par un film étirable protecteur mis en place par NIDAPLAST.

5.2 Manutention

Le chargement et le déchargement des palettes ne posent pas de difficulté particulière.

Les précautions habituelles, comme, par exemple, l'usage d'un chariot à fourche doivent être respectées afin d'éviter toute détérioration des pièces. Les manutentions brutales et les chutes sur le sol lors du déchargement sont à éviter.

L'enlèvement du film autour des palettes est à réaliser de préférence juste avant la pose, à l'avancement de la mise en œuvre.

5.3 Stockage

Le stockage des palettes doit s'effectuer sur des aires planes et dégagées de tout objet pouvant endommager les produits.

La durée maximale de stockage à l'extérieur soumis aux UV est de un an avec le film protecteur.

6. Etude préalable

Le maître d'œuvre fournit les résultats de l'étude préalable et notamment l'environnement géologique et hydrologique dans lequel l'ouvrage est mis en œuvre, notamment le niveau EH de l'eau dans tous les cas et la perméabilité pour les bassins d'infiltration.

Note : EH : niveau des hautes eaux correspondant à l'amplitude de la crue décennale pour le site.

7. Dimensionnement

7.1 Dimensionnement mécanique

Le dimensionnement est défini en accord avec le guide "Les Structures Alvéolaires Ultra Légères (SAUL) pour la gestion des eaux pluviales" publié en décembre 2011 par l'IFSTTAR.

En fonction des produits et en l'absence de dispositions constructives particulières, le bassin peut être mis en œuvre sous chaussée, trottoir, accotement ou espace vert dans les limites suivantes :

7.1.1 Prescriptions générales

- Les hauteurs minimales de recouvrement dépendent de l'utilisation prévue :
 - Au minimum 0,3 m sous espace vert,
 - sous charges roulantes, dans le cas de chaussées, le dimensionnement doit dépendre du trafic prévu.
- La hauteur maximale du bassin (SAUL) ne doit pas être supérieure à 3,12 m.
- Pour des bassins de hauteur comprise entre 1,56 et 3,12 m, un surdimensionnement d'une ou deux classes de résistance peut être appliqué.
- La profondeur du bassin doit être inférieure à 5,86 m.
- en général, les rapports largeur/hauteur ou longueur/hauteur d'un bassin de forme parallélépipédique sont respectivement au minimum de 1,5 et 2.
- le niveau bas du bassin (fil d'eau du bloc ou drain inférieur) doit être, vis-à-vis des risques de pollution, situé au minimum à un mètre au-dessus du niveau maximum de la nappe phréatique dans le cas d'un ouvrage d'infiltration.
- L'application éventuelle de charges lourdes supérieures à celles de la partie courante doit se faire à une distance supérieure à la profondeur d'enfouissement du bloc en fond de fouille.

7.1.2 Résistance dans le sens horizontal

NIDAPLAST et NIDAFLOW possèdent leur plus grande résistance dans le sens vertical et leur moindre résistance dans le sens horizontal, ce qui s'accompagne d'une capacité à se déformer sans rupture lors de la mise en œuvre du remblai sous réserve du respect des conditions de pose préconisées par NIDAPLAST.

Le sol et la structure se stabilisent simultanément.

Ces hypothèses reposent sur :

- une série d'essais expérimentaux réalisés au Centre d'Expérimentation Routière de Rouen qui caractérisent cette déformation puis sa stabilisation lors de la consolidation du sol.
- le retour d'expérience de plus de 30 ans,
- les quantités, plus de 1 000 000 m³, mises en œuvre depuis 30 ans dans les conditions préconisées par NIDAPLAST.

7.1.3 Résistance dans le sens vertical

Un coefficient de sécurité minimal de 2,0 est appliqué sur la valeur de la pression verticale maximale admissible à long terme extrapolée à 50 ans.

Les résistances maximales verticales admissibles sont donc les suivantes :

- NIDAPLAST et NIDAFLOW 400 : 45 kPa
- NIDAPLAST et NIDAFLOW 500 : 65 kPa
- NIDAPLAST et NIDAFLOW 600 : 85 kPa

La prise en compte de charges roulantes ou autres doit être réalisées dans les conditions du guide "Les Structures Alvéolaires Ultra Légères (SAUL) pour la gestion des eaux pluviales" publié en décembre 2011 par l'IFFSTAR.

Les hauteurs de remblai maximales admissibles en fonction des hauteurs de bassin sont les suivantes :

Hauteur de bassin	NIDAPLAST et NIDAFLOW		
	400	500	600
$H_b \leq 1,56 \text{ m}$	2,30	3,30	4,30
$1,56 < h_b \leq 2,08 \text{ m}$	1,78	2,78	3,78
$2,08 < h_b \leq 2,60 \text{ m}$	1,26	2,26	3,26
$2,60 < h_b \leq 3,12 \text{ m}$	0,74	1,74	2,74

* Entre la surface haute des blocs et la surface du sol à l'air libre.

h_b = hauteur de bassin = hauteur de NIDAPLAST ou NIDAFLOW

7.2 Volumes

7.2.1 Volume de fouille

Le volume de fouille est déterminé selon les prescriptions du Guide Technique "Les Structures Alvéolaires Ultra Légères (SAUL) pour la gestion des eaux pluviales" (§5.2).

7.2.2 Volume utile de l'ouvrage

Le calcul hydraulique du dispositif de stockage sera réalisé par le maître d'œuvre.

Le volume utile de stockage est déterminé par le maître d'œuvre selon les prescriptions du Guide Technique "Les Structures Alvéolaires Ultra Légères (SAUL) pour la gestion des eaux pluviales".

Le volume utile correspond au volume des blocs mis en œuvre multiplié par le taux de vide (0,95) diminué d'un volume résiduel non drainé.

En fonction du volume demandé, NIDAPLAST peut :

- définir le nombre et le type de blocs (soit NIDAPLAST soit NIDAFLOW).
- fournir au maître d'œuvre ou à l'entreprise un schéma indicatif d'implantation pour assurer une pose correcte des blocs.
- fournir le dimensionnement hydraulique des drains en fonction des données reçues du maître d'œuvre.

7.3 Dimensionnement des drains

Les drains sont dimensionnés selon les prescriptions figurant dans la documentation technique de NIDAPLAST. (Voir figure 5).

7.4 Dimensionnement de la chaussée

Ce dimensionnement est basé sur des essais réalisés au Centre d'Expérimentation Routière de Rouen. Selon le type de voirie, les couches de chaussée sont réalisées sur la base d'abaques (Voir figure 6).

8. Principe de fonctionnement des systèmes NIDAPLAST et NIDAFLOW

Il existe deux principes de fonctionnement des bassins de type NIDAPLAST et NIDAFLOW :

8.1 Alimentation par le bas

Le principe général d'alimentation des bassins NIDAPLAST et NIDAFLOW est l'alimentation par le bas :

- Les eaux recueillies arrivent dans un ou plusieurs regards,
- La diffusion en partie basse se fait par le réseau de drains, puis une couche de diffusion dans le cas du NIDAPLAST, ou les rainures de diffusion dans le cas du NIDAFLOW,
- Le stockage se fait dans les blocs NIDAPLAST et NIDAFLOW,
- L'évacuation se fait par le même réseau de drains.

Les figures 2 et 3 représentent le fonctionnement avec les différents composants.

Dans le cas d'un exutoire, le débit est limité par un système approprié.

Le système par alimentation par le bas (Voir figures 2a et 2b drains en saignée ou noyés dans la couche de diffusion), est celui qui, par son système d'auto-curage, apporte le maximum de sécurité vis-à-vis des risques de colmatage ou de pollution accidentelle notamment si des dispositifs particuliers ont été mis en place.

Il permet l'inspection ou le nettoyage des drains en cas de colmatage accidentel.

8.2 Alimentation par le haut

Dans certains cas, l'alimentation peut se faire par le haut.

Il s'agit essentiellement des cas d'infiltration : bassins d'infiltration, puits d'infiltration, noues, Ce système ne doit être mis en œuvre que si la qualité des eaux à infiltrer le permet (risques de colmatage ou de contamination du sol).

8.3 Cas particuliers

8.3.1 Noues

Dans un projet paysager dans lequel est prévu l'usage de noues, il est possible de créer un volume de stockage complémentaire en positionnant des blocs NIDAPLAST en fond de noue sous une hauteur minimum de remblai de 30 cm de sol.

Il convient pour cette application de respecter les limites d'emploi et conditions de mise en œuvre définies ci-dessus.

L'alimentation de l'ouvrage peut se faire soit par le haut, soit par le bas, tel que mentionné ci-dessus.

8.3.2 Puits d'infiltration

Les puits d'infiltration récupèrent les eaux pluviales pour les infiltrer dans le sol. Il convient pour cette application de respecter les limites d'emploi et conditions de mise en œuvre définies ci-dessus.

9. Mise en œuvre

9.1 Opérations de terrassement

Le terrassement et l'exécution de la fouille doivent être réalisés en conformité avec les exigences du fascicule 70, titres I et II.

Les dimensions générales de la fouille doivent être au minimum 50 cm plus larges, de chaque côté, que les dimensions unitaires du bassin et tenir compte des caractéristiques du terrain naturel. La longueur doit prendre également en compte le nombre et le diamètre des regards.

Ces dimensions doivent permettre un accès sécurisé conformément à la réglementation et d'assurer les opérations de :

- raccordement des canalisations au bassin,
- mise en place des accessoires et regards,
- positionnement des géotextiles et/ou géomembranes,
- mise en place des drains éventuels,
- remblayage et de compactage avec un matériel approprié.

Dans le cas d'un dispositif d'infiltration, une distance minimale de 5 mètres par rapport au bâtiment le plus proche est à respecter.

Dans tous les cas, les plans et emplacements de pose définis par le maître d'œuvre doivent être respectés.

9.2 Couche de diffusion ou lit de pose

La mise en place des blocs s'effectue sur une surface plane préalablement réglée avec une pente de 0 à 5 ‰.

- Dans le cas de NIDAPLAST il est disposé une couche de diffusion en gravier type 20/40 de préférence roulé lavé de hauteur minimum 5 cm sous les blocs.
- Dans le cas du NIDAFLOW pour infiltration, le drainage horizontal est assuré par le rainurage.
- Dans le cas spécifique de l'infiltration, le lit de pose est réalisé par un matériau drainant qui constitue le fond de forme.
- Dans le cas d'un bassin étanche, les blocs sont posés conformément au guide SAUL avec un géotextile de protection entre les blocs et la membrane. Le réglage du fond de forme étant assuré sous le DEG. Il faudra prendre toutes les précautions pour que le sol support de la membrane ne risque pas de l'endommager.

La mise en œuvre des blocs ne nécessite pas d'accessoire de fixation.

9.3 Mise en œuvre du géotextile / du dispositif d'étanchéité

9.3.1 Choix du géotextile

Les caractéristiques et conditions de mise en œuvre du géotextile et du dispositif d'étanchéité sont choisies et réalisées selon les prescriptions minimales du Guide Technique "Les Structures Alvéolaires Ultra légères (SAUL) de décembre 2011 pour la gestion des eaux pluviales".

Ses caractéristiques doivent être adaptées en fonction de la configuration du bassin. Notamment dans le cas de sols supports hétérogènes, l'utilisation de géotextile à haut module est préconisée pour assurer un serrage des blocs entre eux garantissant un fonctionnement monolithique de la structure SAUL.

9.3.2 Bassin d'infiltration

Dans le cas de l'infiltration, un géotextile possédant une ouverture de filtration en relation avec le coefficient d'infiltration du sol est à privilégier.

Les valeurs caractérisant les différentes fonctions, propriétés mécaniques et hydrauliques, sont à adapter au cas particulier du chantier.

Les caractéristiques propres aux bassins d'infiltration sont les suivantes :

- perméabilité perpendiculaire au plan (NF EN ISO 11 058) : > 0,02 m/s,
- ouverture de filtration (NF EN ISO 12 956) : > 63 µm et < 100 µm.

9.33 Bassin de rétention

Le géotextile sera disposé sur le lit de pose et remonté sur les faces latérales du bassin, puis mis en place sur la face supérieure des blocs à la fin de leur installation. Les bandes de géotextile se chevaucheront d'un minimum de 30 cm.

Un bassin de rétention comporte un exutoire à débit régulé en sortie. Il peut être étanche ou non selon les exigences de la maîtrise d'œuvre liées aux contraintes locales notamment vis-à-vis de la protection de la nappe phréatique.

Dans le cas de bassin étanche, l'étanchéité est réalisée selon les règles de l'art et dans le cas d'utilisation de membranes étanches conformément aux recommandations du Fascicule 10 du comité Français des Géotextiles et Géomembranes « Recommandations générales pour la réalisation d'étanchéité par géomembranes ».

9.4 Installation des drains éventuels

9.4.1 Diffusion

Les drains en partie basse sont mis en œuvre systématiquement dans le cas d'alimentation par le bas.

Dimensionnés selon les abaques de la figure 5, ils sont mis en œuvre comme indiqué sur les figures 2 et 3.

Ils sont repartis de façon régulière et disposés dans des matériaux drainants granulaires. Ils assurent une continuité hydraulique de l'amont à l'aval des ouvrages via des regards de visite.

9.4.2 Sol imperméable

Dans le cas de pose d'un bassin étanche par membrane il est de bonne pratique de disposer une couche drainante avec exutoire sur le fond de fouille.

9.5 Installation des blocs

9.5.1 Préparation

La couche de diffusion ou le lit de pose doit être réglé soigneusement pour assurer une bonne assise des blocs.

9.5.2 Pose des blocs

Les blocs sont posés côte à côte et superposés à joints croisés dans les 3 directions. Pour ce faire certains blocs peuvent être découpés verticalement.

Soigner particulièrement la première couche de blocs qui conditionnera toutes les suivantes.

9.6 Ventilation

Afin d'éviter toute surpression dans l'ouvrage, un dispositif d'évacuation d'air doit être réalisé entre la structure de rétention et les regards adjacents (les regards doivent être munis de tampons ventilés).

Mise en œuvre d'une couche de ventilation au-dessus de la dernière couche de blocs :

- Avec des matériaux drainants (figure 7a) :
 - Un géotextile anti-poinçonnement est positionné sur la dernière couche de blocs,
 - Une couche de matériau drainant est raccordée au regard amont et/ou aval par un évent (drain routier de DN 100 à 50 cm²/ml de fentes perforé sur 360°),
 - Un géotextile anti-poinçonnement et/ou géomembrane recouvre le bassin.
- Avec une géogrille : (figure 7b)
 - Mise en œuvre d'un évent (drain routier de DN 100 à de surface captante 50 cm²/m (fentes perforées sur 360°), directement au-dessus de la dernière couche de blocs et connecté au regard.
 - Une géogrille - type géoflow ou équivalent - dotée d'un géotextile anti-poinçonnement est positionnée sur la dernière couche de blocs et au-dessus de l'évent.

Puis couvrir la surface du bassin (y compris l'évent) d'un géotextile anti-poinçonnant et/ou géomembrane en fonction du type du bassin.

9.7 Remblayage latéral et recouvrement de l'ouvrage

Pour le remblayage, tous les matériaux de la classification du « Guide des Terrassements Routiers » [SETRA, LCPC, 1992] sont utilisables à

l'exception des matériaux de diamètres supérieurs à 60 mm et des matériaux argileux.

Les préconisations du fascicule 70 et de la norme NF P98-331 doivent être respectées.

Le compactage quand il est nécessaire est effectué par couches successives selon les recommandations du guide SETRA/LCPC en vigueur.

9.7.1 Remblai latéral

- Attention à ne pas détériorer le géosynthétique et/ou le DEG.
- Selon le type de remblai utilisé :
 - Si celui-ci nécessite un compactage, le réaliser avec des engins de faibles puissances par couches successives de 30 cm.
 - Pour le sable : un compactage hydraulique réalisé sur la base des prescriptions de l'annexe 5 du fascicule 70 convient.
 - Pour les autres types, tel le gravier roulé 20/40, par exemple, ils sont mis en place sans compactage.

9.7.2 Recouvrement

- Remblayer au-dessus du bassin à l'avancement par couche de 30 cm minimum pour pouvoir circuler dessus avec des engins adaptés.
- Utiliser des pelles légères ou des chargeurs pour répartir le remblai.
- Utiliser pour le compactage des engins de puissance adaptés afin de préserver l'intégrité du bassin.
- En de cas circulation d'engins ou de compactage, la pression à l'interface supérieure des blocs ne doit pas dépasser 75% de la résistance verticale en compression simple (norme XP P 16-374).

10. Entretien et maintenance

Les conditions générales de maintenance et d'exploitation des ouvrages sont réalisées conformément au Guide Technique "Les Structures Alvéolaires Ultra Légères (SAUL) pour la gestion des eaux pluviales (2011)"

Comme tout système d'assainissement, les regards et drains d'alimentation NIDAPLAST doivent être inspectés deux fois par an, ainsi qu'après de fortes pluies ou accidents. Les macros déchets éventuels doivent être évacués.

Le système par alimentation par le bas (Voir figure 2a et 2b), drains en saignée ou noyés dans la couche de diffusion), est celui qui, par son principe d'auto-curage, apporte le maximum de sécurité vis-à-vis des risques de colmatage ou de pollution accidentelle.

Les structures alvéolaires sont ainsi considérées comme non colmatables dans des conditions normales de fonctionnement.

Au besoin, les drains d'alimentation et de vidange du système NIDAPLAST peuvent être nettoyés à haute pression (jusqu'à 120 bars et 280 L/min).

La mise en œuvre en amont d'un traitement spécifique permet de réduire la fréquence des opérations d'entretien.

11. Mode de commercialisation

Les blocs NIDAPLAST et leurs accessoires sont commercialisés via un réseau de distributeurs.

12. Contrôles internes

12.1 Contrôle sur les matières premières

Un certificat de conformité de type 3.1 au sens de la norme NF EN 10204 est fourni par le (ou les) fournisseur(s) pour chaque lot (correspondant à une livraison).

Le contrôle réalisé par les fournisseurs en laboratoire porte notamment sur l'indice de fluidité à chaud, mais également sur certaines caractéristiques mécaniques (module, résistance ...)

L'homologation des matières est réalisée sur la base des fiches techniques et certificats de conformité des fournisseurs ainsi que les spécifications de mélanges réalisés en interne (laboratoire Nidaplast), et la conformité de l'ensemble des caractéristiques du produit final, les performances mécaniques à court terme et à long terme du produit final.

12.2 Contrôle sur le process de fabrication

Les paramètres et contrôles de production font l'objet de procédures spécifiques.

12.3 Contrôle sur les produits finis

Les contrôles effectués sont les suivants :

Nature des contrôles	Fréquence	Echantillonnage
Dimensions	1 fois par poste	1 module
Poids	1 fois par poste	1 module

Aspect	De façon permanente (enregistrement 1 fois par 4 h)	tous blocs
Résistance en compression verticale	1 fois par semaine	4 éprouvettes
Résistance en compression latérale	1 fois toutes les 2 semaines	4 éprouvettes
Indice de fluidité à chaud	1/an	1 prélèvement par type de matière première
OIT	2/an	1 prélèvement sur le produit fini
Aspect palette, marquage, emballage	1 fois par poste	1 palette

Une exploitation statistique des résultats d'essais effectués sur les matières premières et produits finis est réalisée.

13. Certification

13.1 Système qualité

Le système qualité mis en place dans les usines de production est certifié ISO 9001 (2015).

NIDAPLAST est également certifié ISO 14001 (2015) et OHSAS 18001 (2007).

13.2 Certification

Les blocs NIDAPLAST et NIDAFLOW font l'objet d'une certification matérialisée par la marque QB qui atteste, pour chaque site de fabrication, la régularité et le résultat satisfaisant du contrôle interne.

Les produits bénéficiant d'un certificat valide sont identifiables par la présence, sur les produits, du logo QB.

Les caractéristiques certifiées sont les suivantes :

- Caractéristiques dimensionnelles (cf. § 3.2),
- Détermination de la résistance en compression simple sur un bloc (cf. § 3.31).

Les contrôles réalisés par le CSTB comprennent :

- Une visite par an du centre de fabrication pour validation du système qualité,
- Le prélèvement d'un bloc et la réalisation d'essais au laboratoire de la marque (dimensionnel, résistance mécanique, OIT et indice de fluidité à chaud).

Les résultats de ce suivi sont examinés par le Comité d'évaluation des certificats.

B. Résultats expérimentaux

Les essais suivants ont été réalisés sur les blocs NIDAPLAST :

- Essais à la plaque, effet compression latérale, 10/2009 (CER Rouen)
- Essais de compressions simples 2008-2010 CETE de l'EST
- Retour d'expérience sur un chantier suivi par le CETE de l'EST 2005 (Gomez-Wagner)
- Université de Sheffield sur les risques de colmatage d'une structure NIDAPLAST -2003

Essais internes NIDAPLAST:

- Essais de fluage à long terme dans le sens vertical.

Les essais suivants ont été réalisés sur les blocs NIDAPLAST par le CSTB :

- caractéristiques dimensionnelles,
- caractéristiques matière,
- essais de compression simple dans le sens vertical et latéral.

B. Références

C1. Données Environnementales et sanitaires ⁽¹⁾

Les produits NIDAPLAST et NIDAFLOW ne font pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE). Ils ne peuvent donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

Les données issues des DE ont pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les produits (ou procédés) visés sont susceptibles d'être intégrés.

C2. Autres références

Un volume de plus de 1 000 000 m³ a été posé en Europe. Une liste de 50 références françaises de 1986 à 2013 et de 100 à 6000 m³, a été déposée au CSTB.

(1) Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis.

Tableaux et figures du Dossier Technique

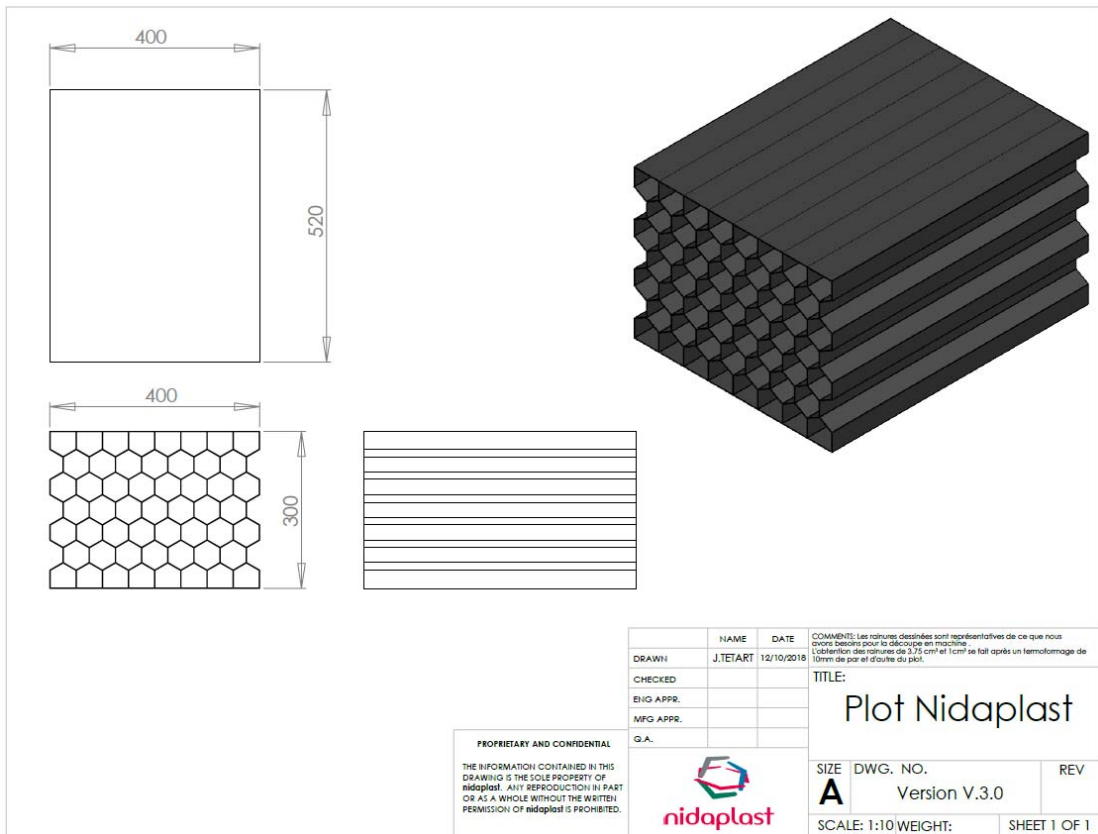


Figure 1a – plot pour nidaplast

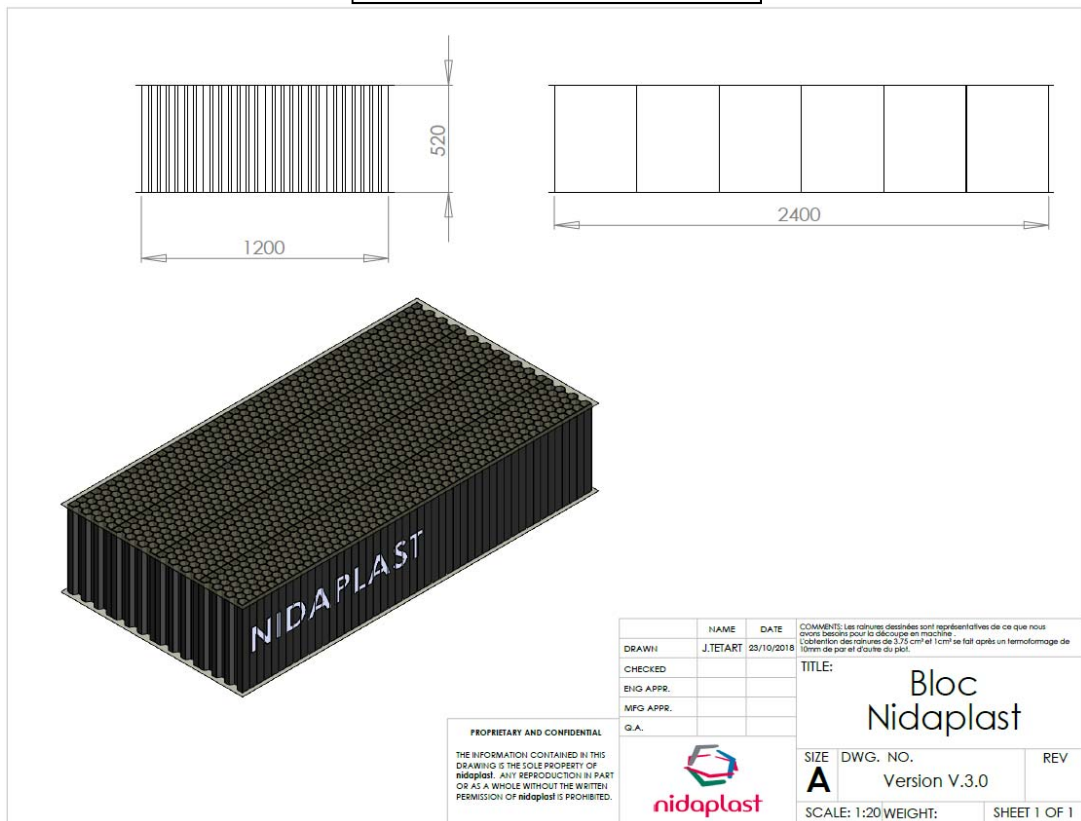


Figure 1b – bloc élémentaire NIDAPLAST

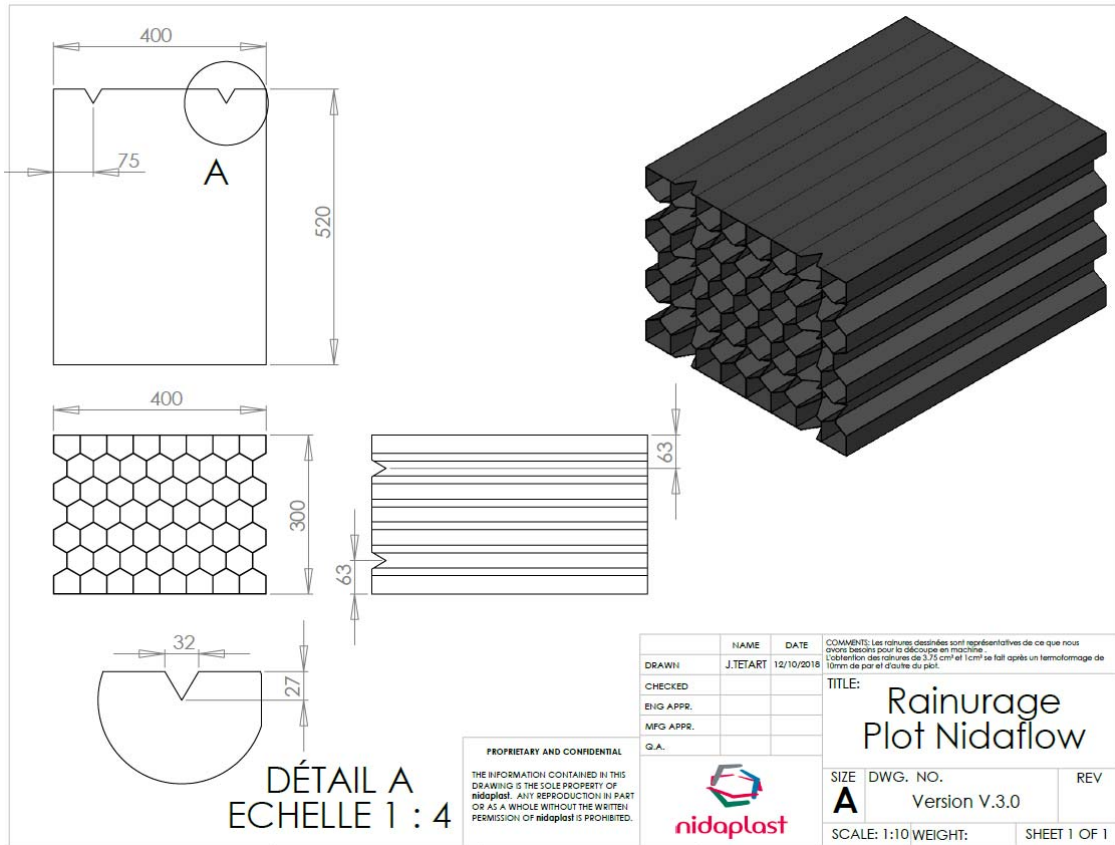


Figure 1c – plot pour nidaflow

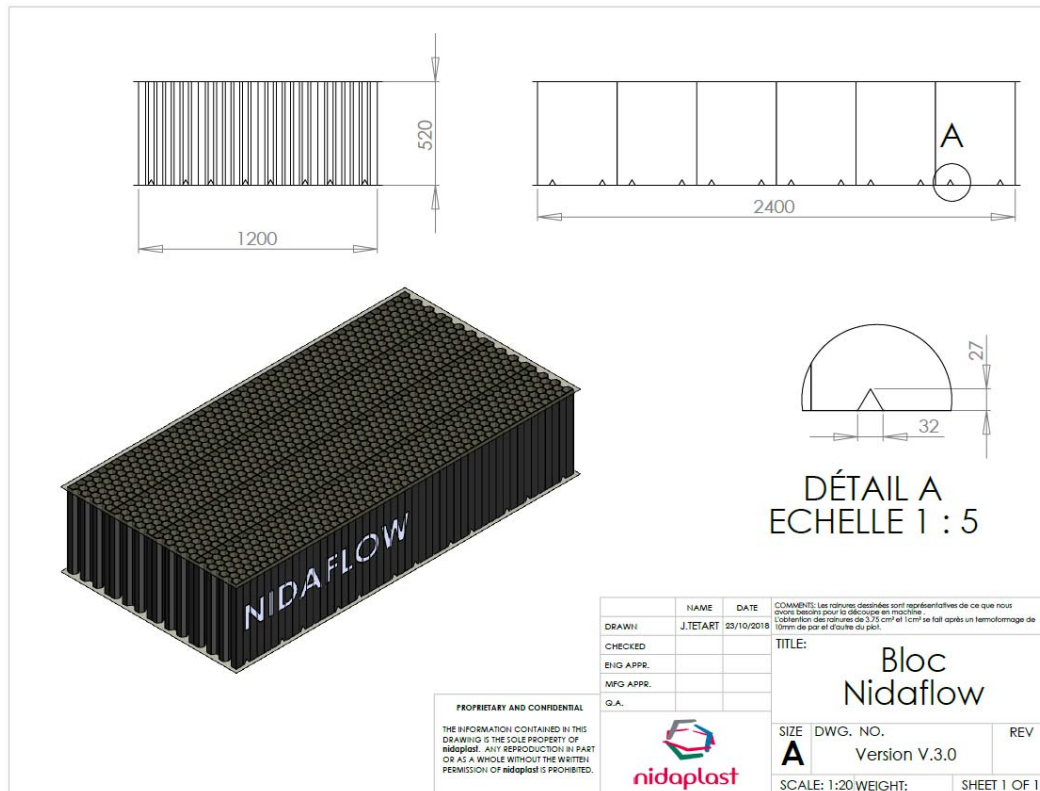


Figure 1d – bloc élémentaire NIDAFLOW

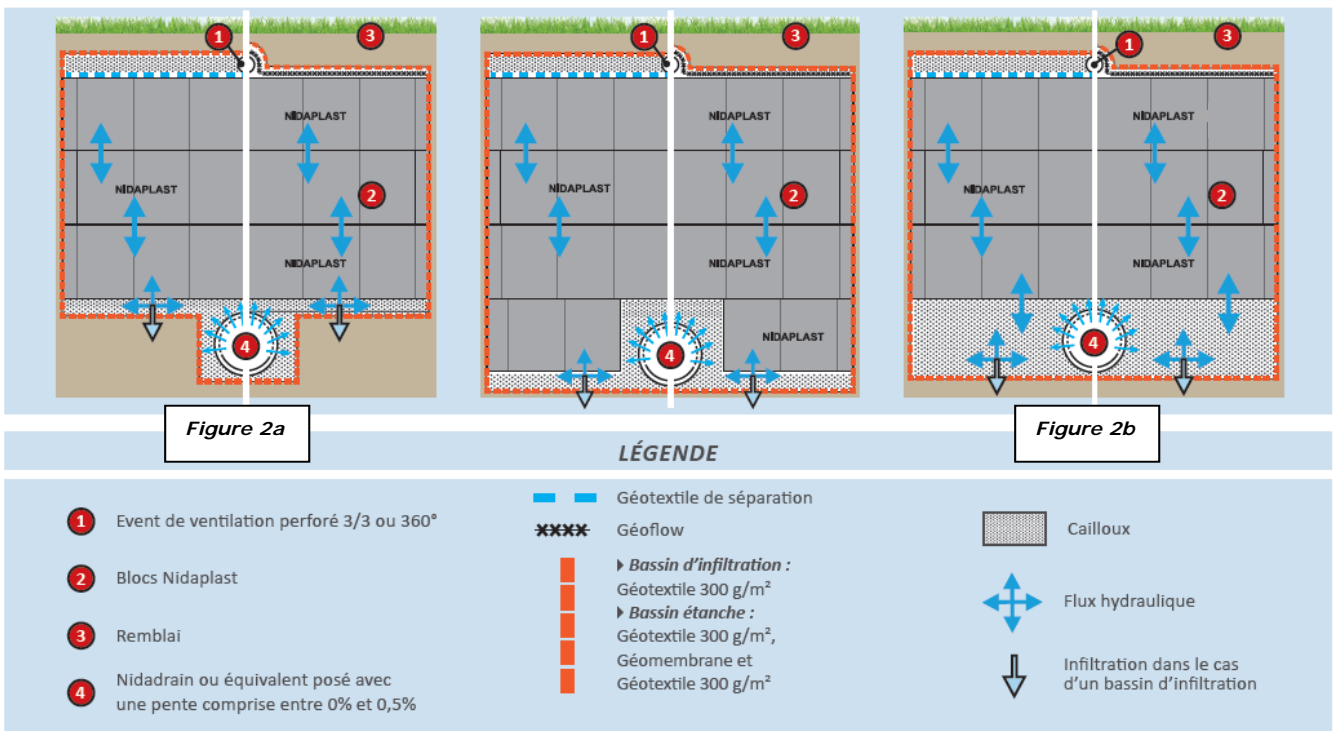


Figure 2 – Schéma de principe de fonctionnement d'un bassin réalisé avec NIDAPLAST (alimentation par le bas)

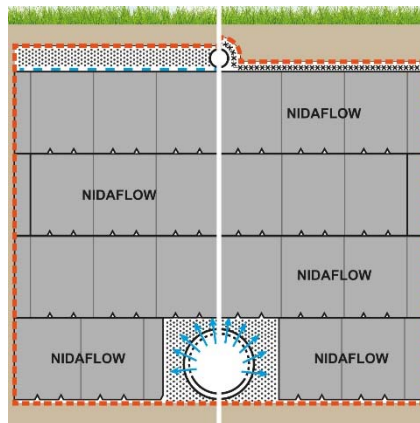


Figure 3 – Schéma de principe de fonctionnement d'un bassin réalisé avec NIDAFLOW



Figure 4a – Système de ventilation avec matériaux drainants (sur Nidaplast ou Nidaflow)

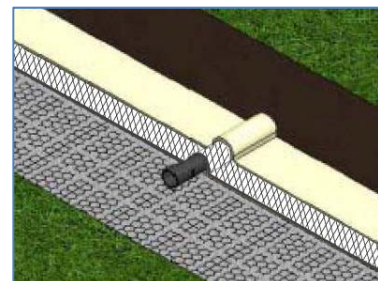


Figure 4b – Système de ventilation sur NIDAFLOW (sur Nidaplast ou Nidaflow)

Soit :

- **Qc** le débit maximum entrant dans le bassin donné par le BE en charge du projet ou estimé par un calcul hydrologique qui dépend notamment de la surface imperméabilisée, de la période de retour, du diamètre et de la pente du collecteur (formule de Manning Strickler)
- **Qd** débit maximum admissible pour les drains fonction de la charge hydraulique des nombre, nature et section des drains
- **Qf** débit capable de diffusion des drains, fonction de la charge hydraulique du nombre de drain, de la nature, section et largeur de fente
- **Qe** le débit autorisé d'écoulement (« débit de fuite ») du bassin de stockage.

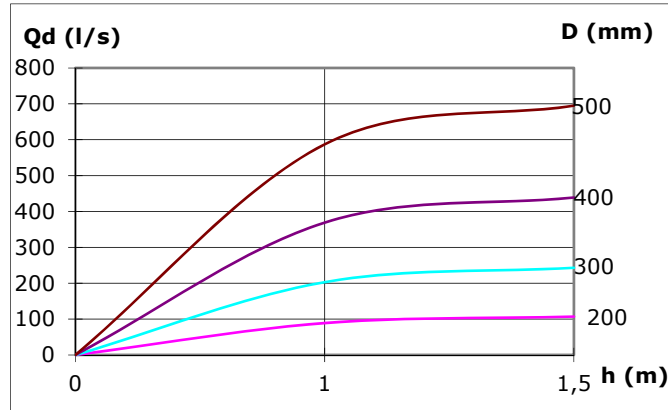
Afin d'éviter tout engorgement à la collecte des eaux pluviales, les deux conditions suivantes de débit doivent être simultanément satisfaites :

- Le débit d'eau de pointe doit être accepté dans les drains soit $Qd \geq Qc$
- Toute l'eau recueillie dans les drains et qui ne s'écoule pas directement à l'aval doit être diffusée par les fentes soit $Qf \geq 2 (Qd - Qe)$

NIDAPLAST conseille de prendre en compte un coefficient de sécurité de 2 pour tenir compte du caractère de l'effluent.

Pour chaque drain $Qd = 2100 \times D^2 \sqrt{h + D/2}$

Avec Qd = débit capable du drain, en L/s D = diamètre inférieur du drain, en m h = demi-hauteur du bassin, en m



$Qf > \alpha \times (Qc - Qe)$

Pour 1 ml de drain, le débit diffusé est : $Qf = 0,133 \times S \times h^{1/2}$ et $Qf = L \times qf$

S = surfaces des fentes en cm^2/ml

h = demi-hauteur du bassin, en m

α = Coefficient de sécurité, généralement égal à 2

L = Longueur des drains en m, $L = \alpha \times (Qc - Qe) / qf$

Qf = débit d'échange des drains, en L/s

Qe = débit d'évacuation autorisé, en L/s

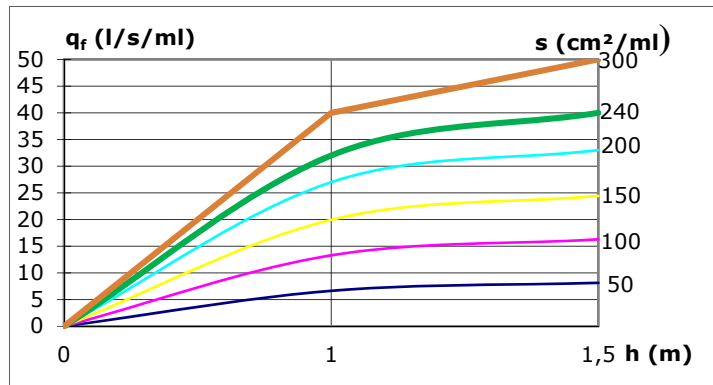


Figure 5 : Abaques de dimensionnement des drains

1. CHAUSSEES à TRAFIC MOYEN et FORT

Les essais réalisés par le C.E.R. de Rouen montrent par exemple que 55 cm de remblai (grave D2 – 0/20 mm concassée) conduit à une qualité de plateforme PF2.

Le tableau ci-dessous présente quelques exemples de structures types à base de liants hydrocarbonés sur une plateforme PF2. ("Mémento des spécifications françaises sur les chaussées")

Nature du trafic	T0	T1	T2	T3	Matériau
Couche de roulement	8	8	8	8	BB
Couche de base	18	15	12	12	GB
Couche de fondation	18	18	15	12	GB
Couche de forme	> 55	> 55	> 55	> 55	GNT

BB : béton bitumeux - GB : Grave bitume - GNT : Grave non-traitée
Les épaisseurs sont estimées en cm

2. CHAUSSEES à FAIBLE TRAFIC

Les tableaux ci-dessous présentent, quelques exemples de structures types à base de graves non-traitée ("Manuel de conception des chaussées à faible trafic")

Nature du trafic	T4	T5	Matériau
Couche de roulement	6 - 8	4	Enduit superficiel BB
Couche de base	20	20	20 GNT
Couche de fondation	20	22	30 GNT
Couche de forme	> 25	> 25	> 25 GNT

BB : béton bitumeux - GNT : Grave non-traitée 0/31.5
Les épaisseurs sont estimées en cm

↳ Quelques exemples de structures types à base de graves traitées aux liants hydrocarbonés.

Nature du trafic	T4	T5	Matériau
Couche de roulement	4	4	BB
Couche de base et fondation	22	15	GB
Couche de forme	> 25	> 25	GNT

BB : béton bitumeux - GB : Grave bitume - GNT : Grave non-traitée
Les épaisseurs sont estimées en cm

3. CAS des AIRES de STATIONNEMENT

Un pré dimensionnement peut être réalisé à partir de l'abaque liant la performance de la plate-forme à l'épaisseur du matériau granulaire de remblayage et du "Manuel de conception des chaussées à faible trafic" avec les hypothèses suivantes :

- équivalent trafic : T5
- trafic cumulé N inférieur à 10^4

Avec ces hypothèses, des structures à base de grave non traitée (GNT) à mettre en œuvre sont :

Nature du trafic	T5 et N < 10 ⁴	Matériau
Couche de roulement	4 - 5	BB
Couche de base et fondation	15	GNT
Couche de forme	> 25	GNT

BB : béton bitumeux - GNT : Grave non-traitée 0/31.5
Les épaisseurs sont estimées en cm

Figure 6 : Dimensionnement d'une chaussée