



Fiche focus

Caractérisation des performances en service

Rédaction :

Mathieu AUDREN

Relecture :

Maxime DERU

Version du : 26/09/2025

1 Introduction

Le projet Nexterre vise à fournir des terres à construire issues d'excavation en proposant une démarche de valorisation allant de la phase de sélection des terres jusqu'à leur commercialisation. Dans ce but, une présélection des terres valorisables est réalisée avant leur excavation, sur la base des résultats de l'étude géotechnique. Les terres présentant des caractéristiques adaptées à l'une des techniques considérées par la démarche sont alors acheminées vers la plateforme de valorisation la plus proche. Un échantillon de chaque lot de terre valorisable est ensuite prélevé puis acheminé vers un laboratoire agréé afin de vérifier sa convenance pour la/les technique(s) constructive(s) retenue(s) en mettant en pratique l'approche performancielle présentée à la suite de ce document.

2 Approche performancielle

Les terres commercialisées par les plateformes labellisées Nexterre sont décrites par leurs caractéristiques intrinsèques, mais aussi par les performances de l'ouvrage qu'elles permettent de réaliser. Les caractéristiques intrinsèques sont celles du matériau : sa distribution granulométrique, ses limites d'Atterberg et sa valeur au bleu de saturation (VBS). La granulométrie permet d'estimer la quantité d'argile, de limon, de sable et de gravier ainsi que le diamètre maximal des granulats. Les limites d'Atterberg permettent d'apprécier la sensibilité à l'eau du matériau, et donc son argilosité. La VBS permet également de définir l'argilosité de la terre.

L'approche performancielle préconisée dans le secteur de la construction terre est employée lors de l'application du processus de valorisation Nexterre pour donner de premières indications sur les caractéristiques en service de la terre. Ainsi, la terre est associée à une fiche technique indiquant des informations spécifiques suivant la technique de mise en œuvre du produit : pisé, brique de terre comprimée (BTC), enduit, mortier et terre allégée (terre/chanvre). Cependant, ces essais sont réalisés en laboratoire et non sur des échantillons faits sur le chantier et mis en œuvre par le praticien qui réalisera l'ouvrage. Il peut alors y avoir des écarts entre les résultats qui seront obtenus sur le chantier et les résultats des essais en laboratoire. Ces écarts sont dus à la variabilité des pratiques des

entreprises, aux conditions météorologiques, aux moyens de mise en œuvre, ... Les résultats des essais en laboratoires permettent, tout de même, de fournir de premières indications pour faciliter l'utilisation de la terre en construction. Ces caractéristiques performanciels peuvent être employées par les entreprises, les bureaux d'études ou les contrôleurs techniques pour évaluer la compatibilité de la terre avec l'ouvrage à réaliser.

3 Caractéristiques évaluées

Quatre essais sont réalisés pour caractériser les performances du pisé. Tout d'abord, une estimation des caractéristiques optimales de mise en œuvre à l'aide d'un essai au Proctor modifié. Cet essai permet de définir la masse volumique et la teneur en eau optimale de confection pour une énergie de compactage donnée. Cette énergie de compactage est proche de l'énergie de compactage du pisé ou d'une BTC, mais des écarts peuvent tout de même être observés. La résistance à la compression est ensuite estimée à partir des éprouvettes réalisées lors du Proctor modifié. Ces éprouvettes sont séchées à 20°C et 50% d'humidité relative (HR) pour conserver des caractéristiques en service. Selon l'environnement extérieur, la teneur en eau du matériau peut varier et ainsi modifier sa résistance. Des essais d'immersion permettant d'évaluer la sensibilité à l'eau du produit et d'abrasion sont ensuite réalisés. Ces données ne peuvent pas être employées pour prédire le comportement réel d'un mur mais permettent de comparer le produit à d'autres qui ont déjà été employés.

Des essais similaires sont réalisés pour les BTC. Les caractéristiques de confection et la résistance à la compression sont également mesurées à l'aide de l'essai Proctor et des éprouvettes sont confectionnées. Les résistances à la compression, à l'abrasion et à l'eau sont ensuite mesurées sur bloc. Les essais sont effectués conformément aux méthodes de la norme XP P 13-901.

Les mortiers et les enduits sont caractérisés avec les mêmes essais. Ces derniers sont inspirés de ceux proposés par les règles professionnelles d'enduits sur supports en terre crue. Après avoir normalisé la consistance de l'enduit, ce dernier est mis en œuvre sur 2 surfaces carrées de 25 cm de côté et sur 1 cm d'épaisseur. Le support est une plaque en terre. Le matériau est ensuite mis à sécher en intérieur, à 20°C/50% HR, puis la longueur et l'épaisseur des fissures sont mesurées. Une faible fissuration n'est pas néfaste car seul l'enduit de corps est aujourd'hui commercialisé. Cependant, aucun décollement ne doit être observé. Des essais de cisaillement sont également réalisés en exerçant une force verticale sur une surface de 20 cm² d'enduit. Ce paramètre permet de décrire l'adhérence de l'enduit à son support. Les performances d'un enduit dépendent fortement de son support. Un support normalisé a été employé mais il sera important de réaliser des essais performanciels sur le support de mise en œuvre. Également, il est possible que la consistance normalisée à la table à secousse ne soit pas adaptée pour un enduit en terre. Cependant, il s'agit de la méthode la plus répandue pour normaliser la consistance d'un enduit terre (dans la littérature scientifique). La résistance mécanique des mortiers n'est pas mesurée car les méthodes conventionnelles pour les mortiers de ciment ne sont pas adaptées pour obtenir des résultats suffisamment rapidement. De plus, la fissuration des mortiers est un indicateur d'une mauvaise résistance. Cette dernière est ainsi estimée indirectement à travers les essais de fissuration des enduits.

La terre allégée est formulée à l'aide d'un essai démocratisé dans la profession, le test au gant. Ensuite, elle est mélangée dans différentes proportions à de la chènevotte pour effectuer des éprouvettes d'une masse volumique de 300 kg/m³. Cette valeur est généralement suffisante pour obtenir un matériau isolant tout en étant cohésif. Les éprouvettes sont ensuite testées en compression après une période de séchage à l'air libre (20°C/50%HR). L'éprouvette présentant la meilleure résistance à 1 % et 10 % de déformation est celle dont les caractéristiques sont proposées dans les fiches techniques. Il est ainsi fourni : une teneur en eau de mise en œuvre ainsi qu'une résistance mécanique pour une masse volumique de 300 kg/m³. La mise en œuvre sur chantier étant différente, des variations de la masse volumique peuvent être observées. Une baisse de masse volumique entraîne une perte de cohésion et de résistance mécanique, mais une augmentation de la résistance thermique. Une hausse

de la masse volumique présentera le comportement inverse, avec un risque de retrait dans les cas extrêmes.

Le Tableau 1 présente pour chaque technique constructive les performances évaluées et les méthodes associées.

Tableau 1 : Performances évaluées pour les différentes techniques constructives et méthodes associées

| Paramètre | Pisé | BTC | Enduits / mortiers | Terre allégée pour l'isolation |
|---------------------------------|----------------------------------|---------------|---|---------------------------------|
| Taille des granulats | Distribution granulométrique | | | |
| Argilosité | Limites d'Atterberg et VBS | | | |
| Indication sur la mise en œuvre | Essai de Proctor modifié | | Étalement à la table à secousse | Test au gant |
| Résistance mécanique | Test sur éprouvettes cylindrique | Test sur bloc | | Test sur éprouvette cylindrique |
| Sensibilité à l'eau | Test d'immersion | | | |
| Résistance à l'abrasion | Test à la brosse | | | |
| Fissuration | | | Test sur une surface de 25x25 cm ² | |
| Adhérence | | | Test de cisaillement | |