



archimed
environnement



Session du 28/03/23

Planification territoriale et reconversion de sites

**Evaluation de la multifonctionnalité
de sols de friches réhabilitées**

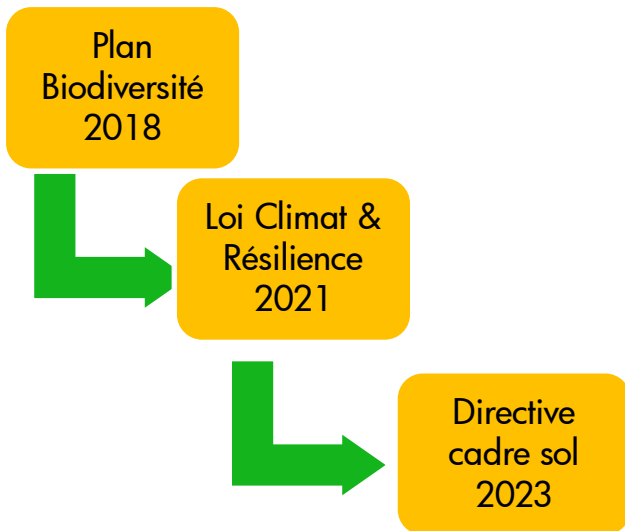
Xavier Marié, Gérant – Sol Paysage
contact@solpaysage.fr



CONTEXTE DE LA REHABILITATION ECOLOGIQUE D'UNE FRICHE POLLUEE

Plusieurs objectifs

- ❑ Revitalisation urbaine
- ❑ Protection des sols
- ❑ Lutter contre l'étalement urbain
- ❑ Limiter consommation ENAFs



Réhabilitation écologique = refonctionnalisation des sols

- des mesures de gestion spécifique
- une opération de dépollution des sols en cas de pollution avérée

RÉHABILITATION ÉCOLOGIQUE

- ❑ Plusieurs étapes d'intervention – au cas par cas
 - ➔ opérations dépollution / gestion spécifique
 - ➔ Opérations restauration écologique des sols

Dépollution / mesures
spécifiques
contexte réglementaire
(méthodologie SSP 2017)

Compatibilité pollution résiduelle avec l'usage futur

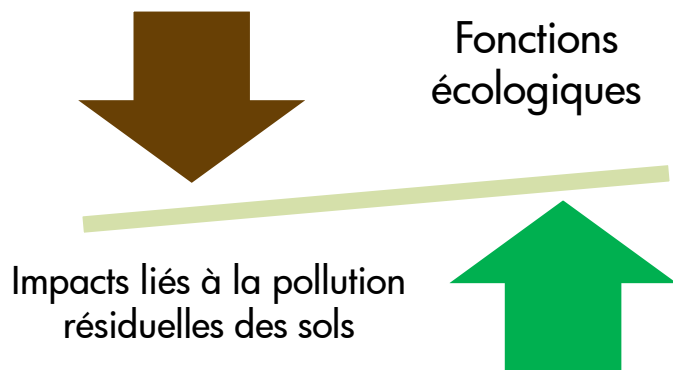
Evaluation des risques sanitaires et écosystèmes
Deux outils méthodologiques : Plan de gestion et
bilan coût/avantage

Restauration écologique
des sols

Rétablir ou créer de nouvelles fonctions rendus par
les sol (infiltration eau, îlots de fraîcheur, stockage
carbone)

Opérations : génie pédologique, génie écologique,
phytoREMédiation

RECONVERSION D'UNE FRICHE POLLUEE



Trouver un équilibre entre les impacts liés à la **pollution résiduelle des sols** et les **fonctions écologiques** liées à une gestion sobre des espaces

Environnement (impacts)	Urbanisme (valeur écologique)
Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués	Protection des espaces dans le cadre de la gestion des risques inondations / incendies / sismiques
Mise en place des SIS	Protection des espèces patrimoniales
Evaluation des risques sanitaires et environnementaux	Zones protégées (NATURA 2000, zone humide etc.)
Gestion de la pollution en fonction de l'usage futur (réservoir biodiversité, parc urbain etc.)	Trame verte et bleue (OAP)

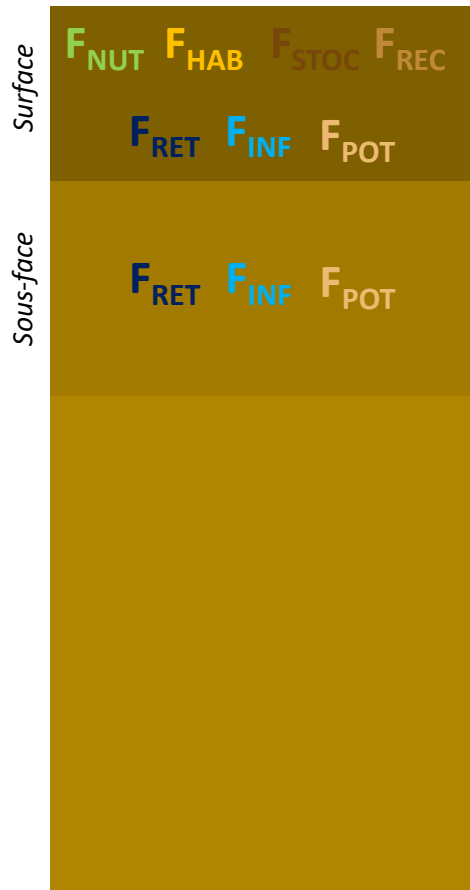
OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

- ❑ L'ADEME souhaite acquérir un premier retour d'expériences sur la réhabilitation écologique
- ❑ Application sur 3 sites ateliers

Nom du site atelier	Eco-quartier Flaubert	Site Avranches	Gare Maubeuge
Occupation du sol (usage)	Projet d'aménagement noue, prairie calcicole, espace vert urbain, friche polluée	opération de phytoremédiation	couverture végétale sur sol après dépollution

EVALUATION DE LA FONCTIONNALITÉ DES SOLS

- ❑ Des indicateurs fonctionnels établis à partir des paramètres physiques, chimiques et biologiques des sols



Paramètres chimiques et biologiques

F_{NUT} : Rétention et fourniture en nutriments

F_{HAB} : Habitats pour les organismes du sol

F_{STOC} : Stockage de la MO

F_{REC} : Recyclage de la MO

Paramètres hydriques et physiques

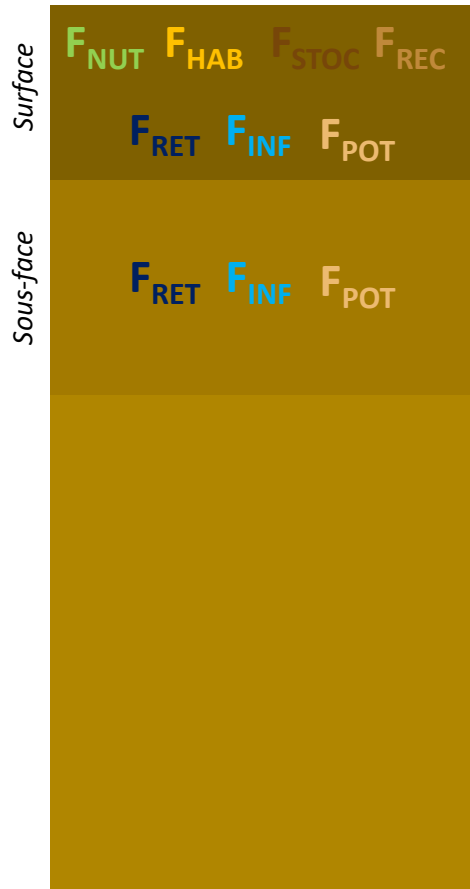
F_{RET} : Rétention de l'eau

F_{INF} : Infiltration de l'eau

F_{POT} : Potentiel d'enracinement pour les végétaux

EVALUATION DE LA FONCTIONNALITÉ DES SOLS

- ❑ Des indicateurs fonctionnels établis à partir des paramètres physiques, chimiques et biologiques des sols



1. **Diagnostic agropédologique** sur 1.20 m de profondeur (description de paramètres physiques et biophysiques du sol)

2. Mesures et prélèvements sur le **terrain** (infiltration, vers de terre, échantillonnage d'horizons naturels ou couches anthropiques)

3. Analyses en **laboratoire** (éléments nutritifs, granulométrie, rétention en eau, biomasse microbienne)

4. Calcul d'un **score fonctionnel** moyen sur la base de paramètres agrégés par fonction (scorés de 0 à 3 à partir de référentiels agronomiques disponibles)

MÉTHODOLOGIE D'INTERVENTION

❑ Caractérisation de l'état initial – printemps 2022

- Qualifier le niveau de fonctionnalité selon le mode d'occupation des sols en place
- Qualifier le niveau de fonctionnalité d'un / de site(s) de référence territoriaux :
 - Sol originel en situation urbaine
 - Sol anthropique renaturé

❑ Caractérisation de l'état réhabilité – printemps 2024

- Qualifier le niveau de fonctionnalité des différentes typologies de sols végétalisés
- Qualifier le niveau de fonctionnalité d'un sol « témoin » non renaturé
- Qualifier le niveau de fonctionnalité du / des site(s) de référence

❑ Evaluation de la réhabilitation

- Niveau de fonctionnalité des sols de la parcelle à l'état initial vs niveau de fonctionnalité des sols réhabilités
- Interprétation de l'évaluation fonctionnelle au regard de l'évolution des indicateurs fonctionnels du sol « témoin » et de sol du/des site(s) de référence

ECO-QUARTIER FLAUBERT

INVESTIGATIONS À MENER – ÉTAT INITIAL



Légende : ■ Modalité référence ■ Modalité témoin

ECO-QUARTIER FLAUBERT

INVESTIGATIONS À MENER – ÉTAT RÉHABILITÉ

3 Modes d'occupation futurs à partir du même état initial

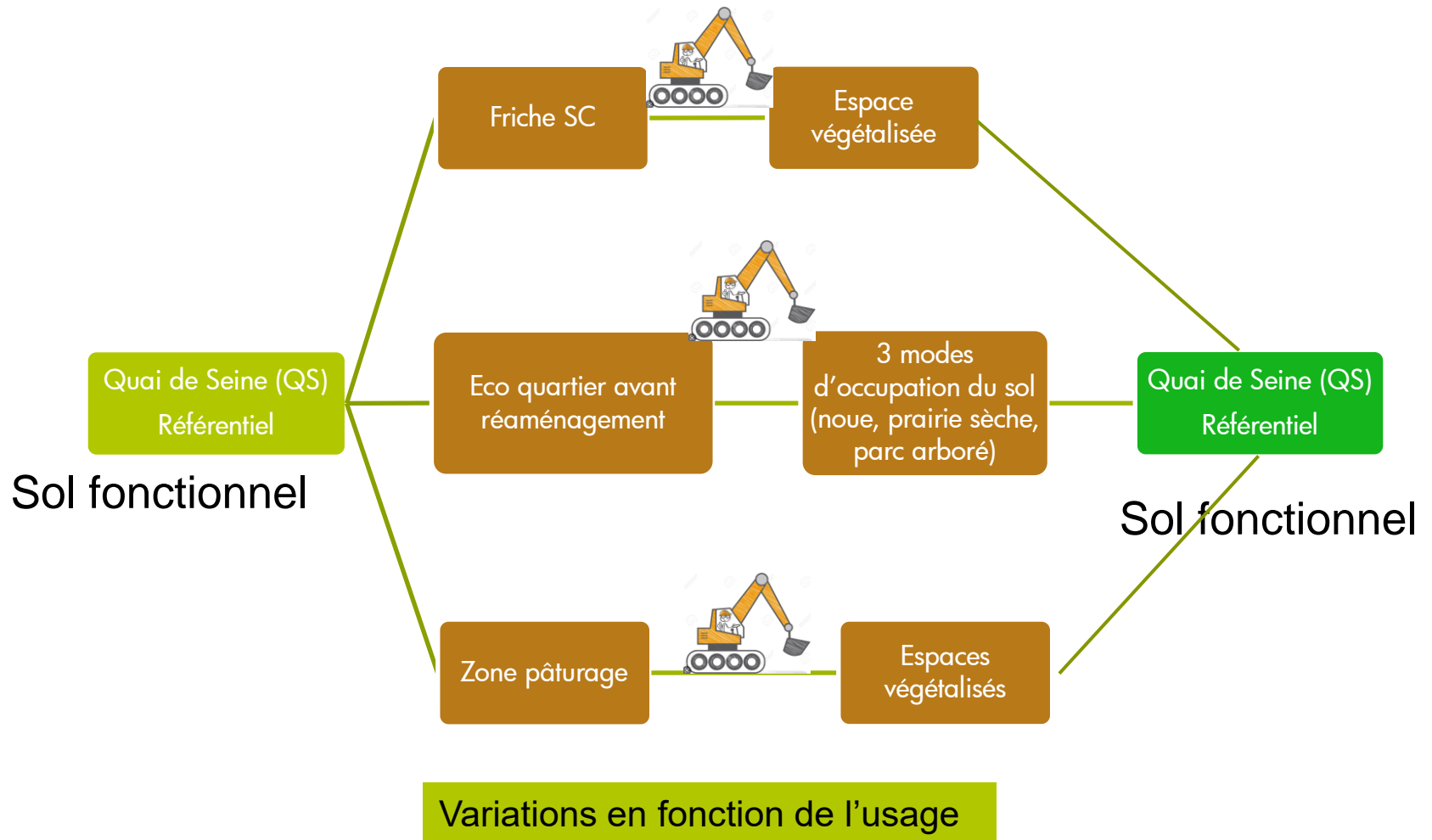


INTERPRÉTATION DES DONNÉES

Variations temporelles


2022

2024







ECO-QUARTIER FLAUBERT – DIAGNOSTIC AGROPÉDOLOGIQUE

Horizons pédologiques ANTHROPISES

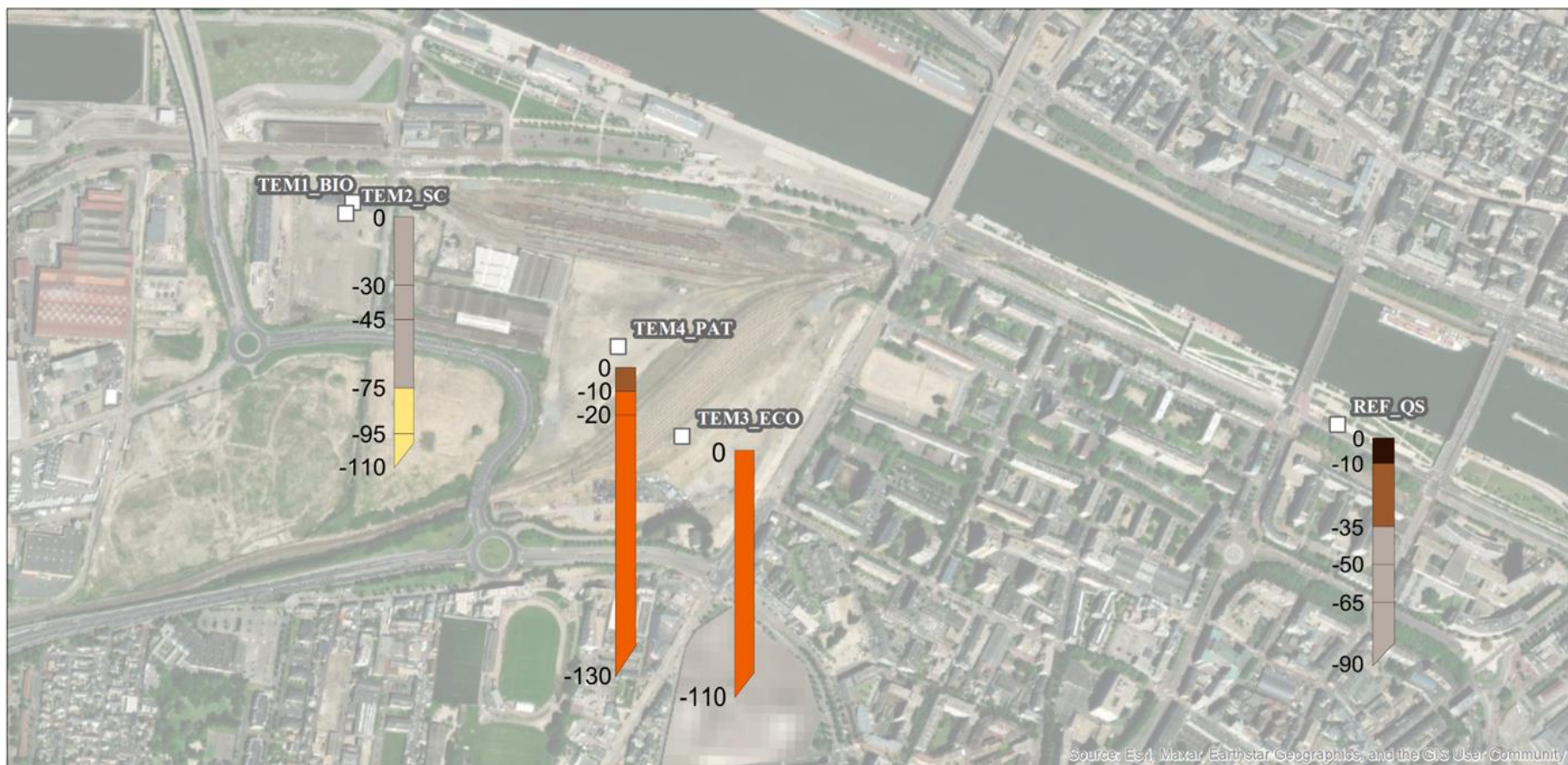
Horizons	Photo	Localisation	Description
Jp(z)		TEM2_SC : ANTHROPOSOL artificiel sur Fluviosol enfoui	Horizon naturel enfoui, faiblement organique, brun à brun gris, absence ou quelques éléments grossiers anthropiques, assez compact

ECO-QUARTIER FLAUBERT – DIAGNOSTIC AGROPÉDOLOGIQUE

Matériaux pédologiques/géologiques ANTHROPISES APPORTES

Horizons	Photo	Localisation	Description
A _{ph}		REF_QS : ANTHROPOSOL reconstitué	Matériau terreux fortement enrichi en matières organiques, noirâtre, limono-sableux, non caillouteux, peu compact
A _{tp}		REF_QS, TEM4_PAT : ANTHROPOSOLS reconstitués	Matériau terreux à teneur modérée en matières organiques, brun, limono-sableux, non caillouteux, assez compact
Z _{tr}		TEM3_ECO : ANTHROPOSOL artificiel TEM4_PAT : ANTHROPOSOL reconstitué	Matériau terreux faiblement organique, ocre, sablo-limoneux, caillouteux, peu compact à compact (remblais de Dieppe)
Z		REF_QS : ANTHROPOSOL reconstitué TEM2_SC : ANTHROPOSOL artificiel	Matériau sableux (remblais), non ou faiblement organique, de couleur variable, avec éléments grossiers anthropiques, peu à très compact

ECO-QUARTIER FLAUBERT – DIAGNOSTIC AGROPÉDOLOGIQUE



Légende

□ Points d'étude - campagne 2022

Horizons pédologiques anthropisés

Jp(z) : horizon naturel enfoui, faiblement organique, brun à brun gris, absence ou quelques éléments grossiers anthropiques, assez compact

Matériaux pédologiques/géologiques anthropisés apportés

Atp : matériau terreux fortement enrichi en matières organiques, noirâtre, limono-sableux, non caillouteux, peu compact

Atp : matériau terreux à teneur modérée en matières organiques, brun, limoneux à limono-sableux, non caillouteux, assez compact

Ztr : matériau terreux faiblement organique, ocre, sablo-limoneux, caillouteux, peu compact à compact (remblais de Dieppe)

Z : matériau sableux (remblais), non ou faiblement organique, de couleur variable, avec éléments grossiers anthropiques, peu à très compact

Réalisation : Sol Paysage
Fond de carte : World Imagery
Système de coordonnées :
Lambert 93

Echelle de tracé : 1/7 687



ÉTUDE AGROPÉDOLOGIQUE

N° : 21-115

ADEME

ROUEN (76)

Carte des profils pédologiques Campagne 2022

Date: 07/09/2022

V1.0

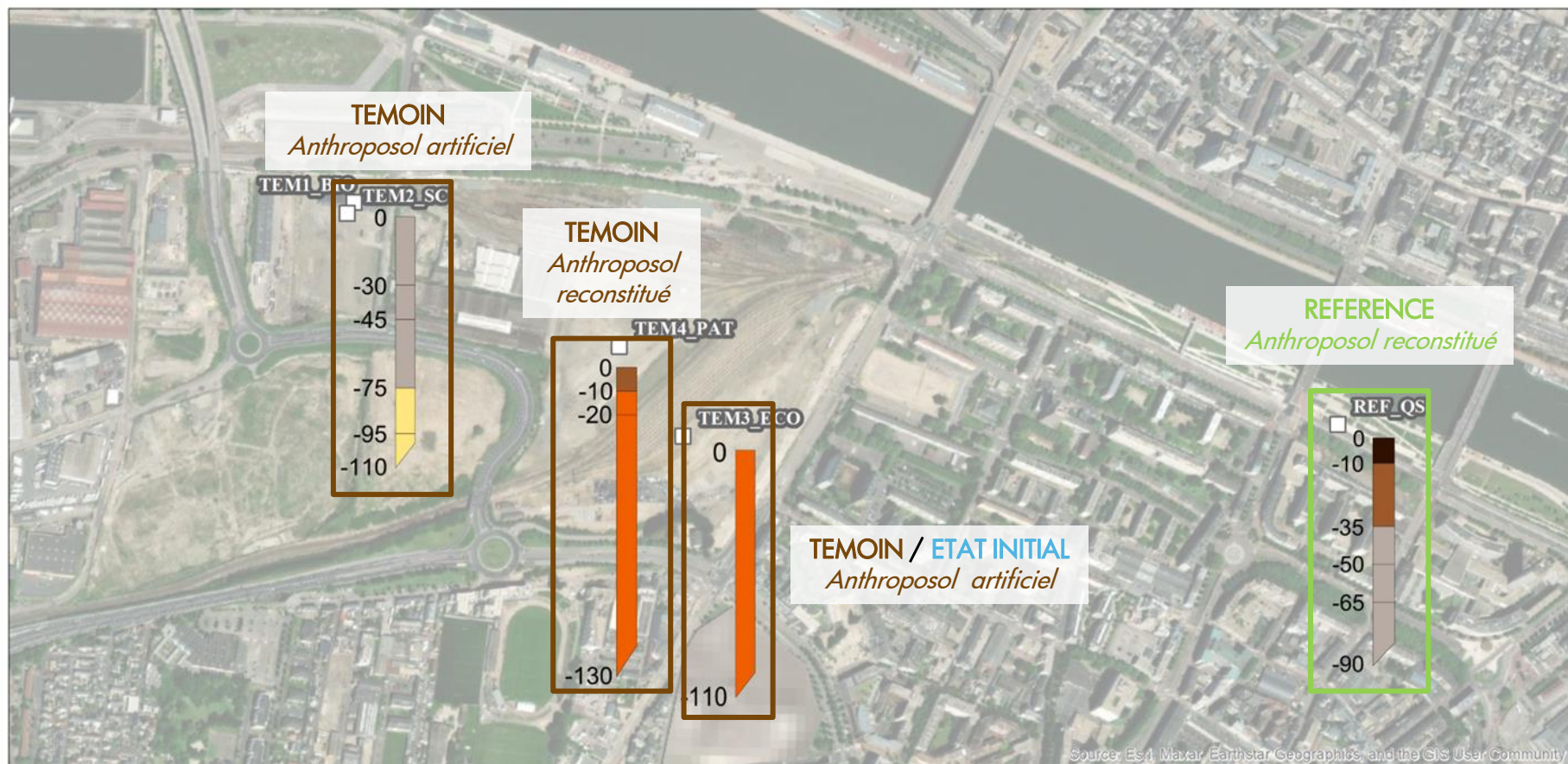
21-115_SIG005_v1_CartesProfils2022_Rouen_A4
U:\Activités\ADEME\Friches_Rehabilitation\PiecesGraphiques



Sol Paysage
8bis, bd Dubreuil
91400 Orsay
contact@solpaysage.fr
T : 01 60 10 77 00



ECO-QUARTIER FLAUBERT – DIAGNOSTIC AGROPÉDOLOGIQUE



Légende

□ Points d'étude - campagne 2022

Horizons pédologiques anthropisés

Jp(z) : horizon naturel enfoui, faiblement organique, brun à brun gris, absence ou quelques éléments grossiers anthropiques, assez compact

Matériaux pédologiques/géologiques anthropisés apportés

Atp : matériau terreux fortement enrichi en matières organiques, noirâtre, limono-sableux, non caillouteux, peu compact

Atp : matériau terreux à teneur modérée en matières organiques, brun, limoneux à limono-sableux, non caillouteux, assez compact

Ztr : matériau terreux faiblement organique, ocre, sablo-limoneux, caillouteux, peu compact à compact (remblais de Dieppe)

Z : matériau sableux (remblais), non ou faiblement organique, de couleur variable, avec éléments grossiers anthropiques, peu à très compact

Réalisation : Sol Paysage
Fond de carte : World Imagery
Système de coordonnées :
Lambert 93

Echelle de tracé : 1/7 687



ÉTUDE AGROPÉDOLOGIQUE

N° : 21-115

ADEME

ROUEN (76)

Carte des profils pédologiques Campagne 2022

Date: 07/09/2022

V1.0

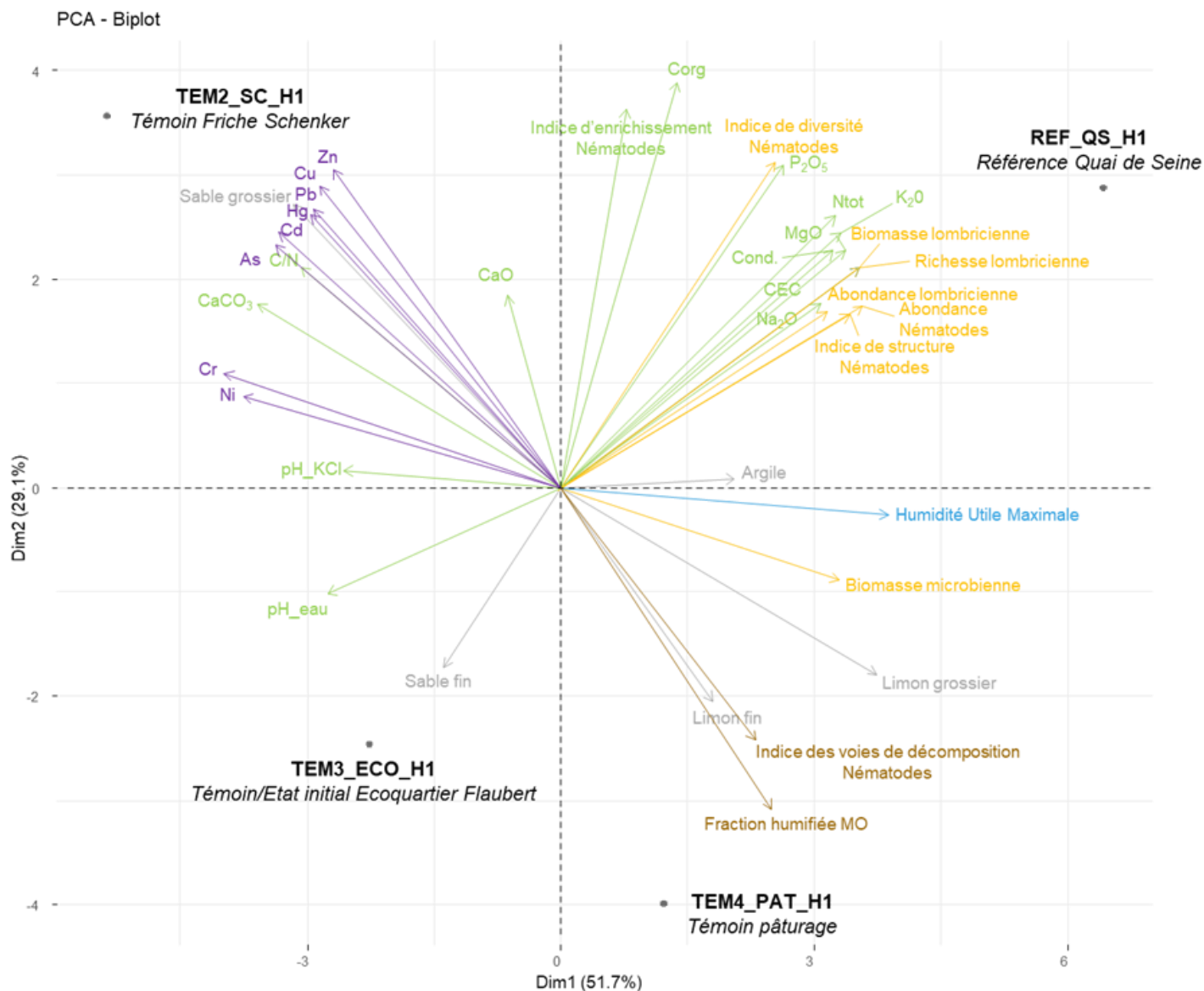
21-115_SIG005_v1_CartesProfils2022_Rouen_A4
U:\Activités\ADEME\Friches_Rehabilitation\PiecesGraphiques



Sol Paysage
8bis, bd Dubreuil
91400 Orsay
contact@solpaysage.fr
T : 01 60 10 77 00

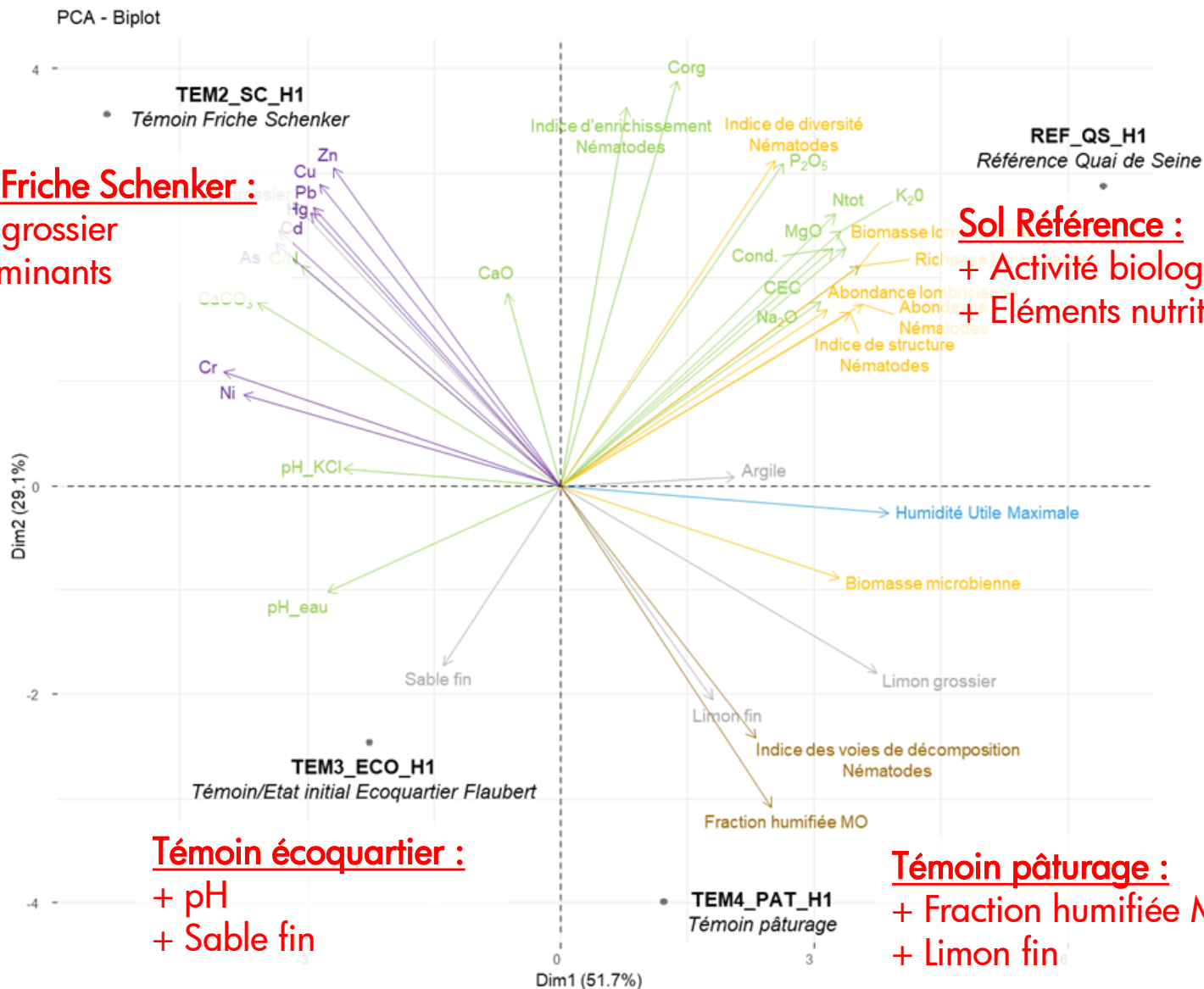


ECO-QUARTIER FLAUBERT — PROPRIÉTÉS PHYSIQUES, CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES DES SOLS



Analyse en composantes principales des données analytiques des horizons de surface

ECO-QUARTIER FLAUBERT — PROPRIÉTÉS PHYSIQUES, CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES DES SOLS



Témoïn Friche Schenker :

+ sable grossier
+ contaminants

Sol Référence :

+ Activité biologique
+ Eléments nutritifs

Témoïn écoquartier :

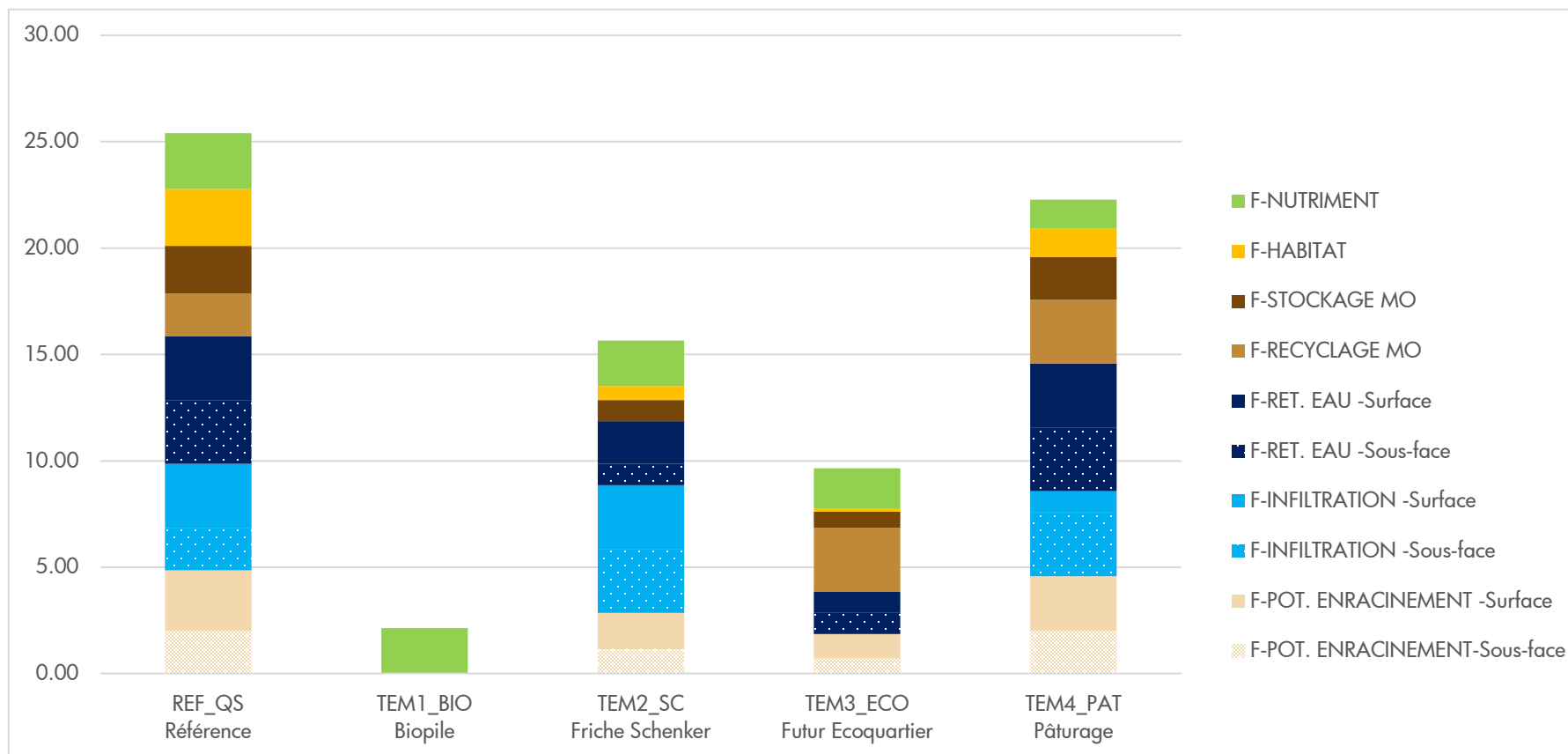
+ pH
+ Sable fin

Témoïn pâturage :

+ Fraction humifiée MO
+ Limon fin

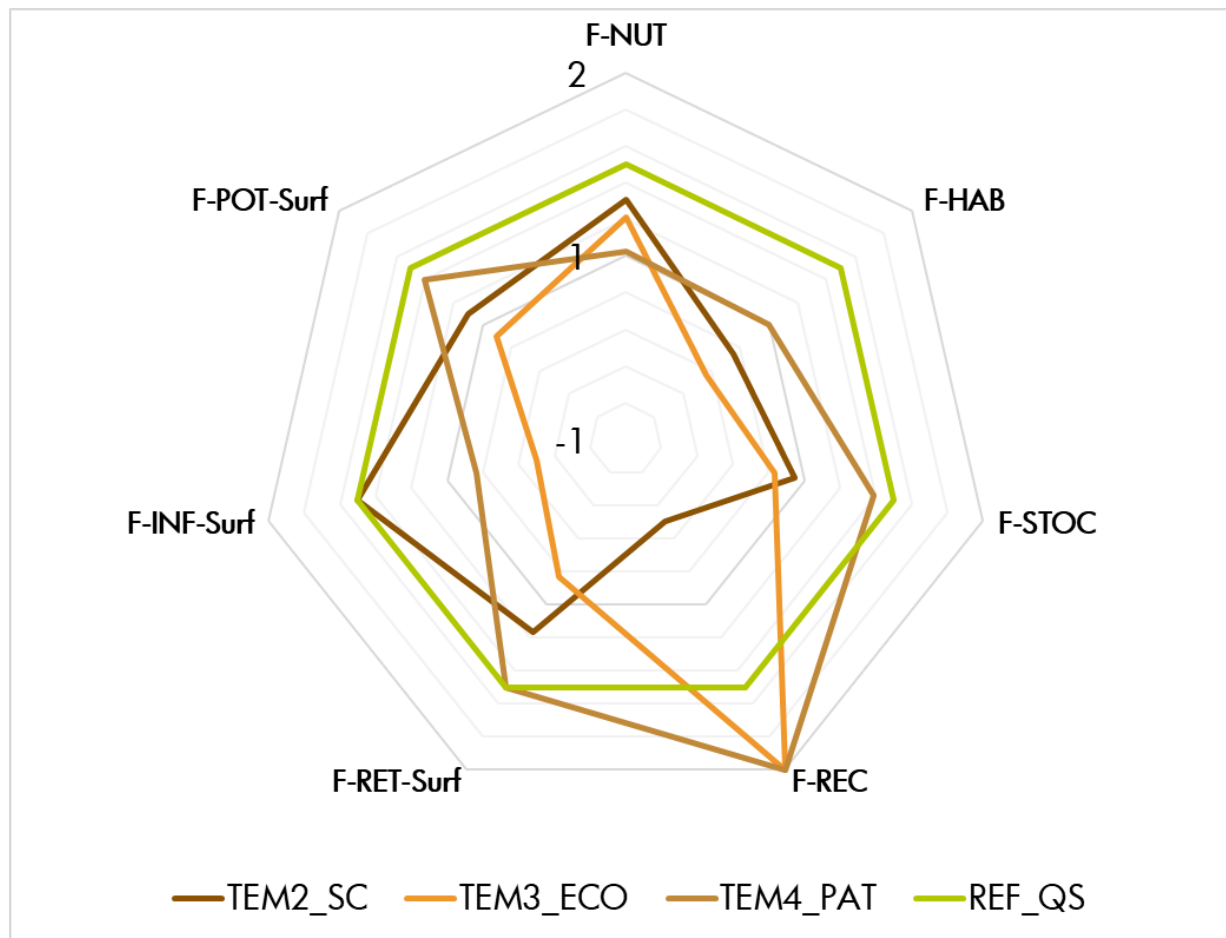
Analyse en composantes principales des données analytiques des horizons de surface

Eco-quartier Flaubert – Scores fonctionnels



- ❑ Score fonctionnel le plus élevé pour le **sol de référence** (REF_QS) suivi du sol de pâturage réhaussé avec un horizon de terre végétale (TEM4_PAT)
- ❑ Scores dégradés pour les sols de la **friche Schenker** (TEM2_SC) et du futur écoquartier constitués de remblais de Dieppe (TEM3_ECO)

Eco-quartier Flaubert – Scores fonctionnels



- ❑ Impact significatif de la mise en œuvre des remblais de Dieppe sur la fonctionnalité (pH basique, faible teneur en MO, perturbations mécaniques)
- ❑ Ensemble des fonctions de l'état initial TEM3_ECO présentent un faible score (hormis Recyclage_MO)

PERSPECTIVES ET PISTES DE DISCUSSION

- ❑ Evaluation de la fonction contamination
- ❑ Limites des référentiels génériques et agronomiques
- ❑ Coût analytique
- ❑ Maintien d'une expertise et de la vision « projet » dans son ensemble
- ❑ Méthode de scoring comme outil d'acculturation