

## Conception de diagrammes ternaires de classification des sédiments et roches sédimentaires mixtes clastiques terrigènes

### [ Conception of ternary diagrams of classifications of mixed mixed terrigenous clastic sediments and sedimentary rocks ]

*ASSALE Fori Yao Paul and AKA Kouamé*

Université Félix Houphouët Boigny,  
UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières,  
Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2019 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** Two ternary diagrams were constructed according to the distribution of granulometric sizes in the mixed terrigenous clastic sediments and sedimentary rocks starting from some classifications and sedimentological definitions. These diagrams are: ternary diagram SSC and ternary diagram GSM. The poles of diagram SSC are occupied by the sediments "Sand", "Silt" and "Clay" and those of diagram GSM by the sediments "Gravel", "Sand" and "Mud". These diagrams make it possible to differentiate three terrigenous clastic sediments and sedimentary rocks types: proper sediments and rocks, mixed sediments and rocks with two elements and mixed sediments and rocks with three elements.

**KEYWORDS:** Sedimentology, ternary diagram, Sand-Silt-Clay, Gravel-Sand-Mud.

**RESUME:** Deux diagrammes ternaires ont été construits sur la base de la répartition des tailles granulométriques dans les sédiments et roches sédimentaires mixtes clastiques terrigènes à partir de certaines classifications et définitions sédimentologiques. Ces diagrammes sont : diagramme ternaire SSA et diagramme ternaire GSB. Les pôles du diagramme SSA sont occupés par les sédiments « Sable », « Silt » et « Argile » et ceux du diagramme GSB par les sédiments « Gravier », « Sable » et « Boue ». Ces diagrammes permettent de différencier trois types de sédiments et roches clastiques terrigènes : les sédiments et roches propres, les sédiments et roches mixtes à deux éléments et les sédiments et roches mixtes à trois éléments.

**MOTS-CLEFS:** Sédimentologie, Diagramme ternaire, Sable-Silt-Argile, Gravier-Sable-Boue.

## 1 INTRODUCTION

Les diagrammes ternaires sont des diagrammes qui permettent une étude statistique de trois composants répartis aux pôles de ces diagrammes. Leur utilisation en sédimentologie peut établir une approche quantitative de la répartition des différentes tailles granulométriques dans les sédiments et roches sédimentaires mixtes clastiques terrigènes. Dans cette optique, on se propose de concevoir deux diagrammes ternaires sur la base des différentes proportions granulométriques à partir de certaines classifications [1], [2] et [3] et également sur certaines définitions sédimentologiques [4], [5], [6], [7] et [8]. Parmi ces diagrammes, un diagramme est utilisé pour la classification des sédiments mixtes composés de sable, silt et argile et l'autre diagramme pour la classification des sédiments mixtes comprenant du gravier, du sable et de la boue (silt et argile).

## 2 METHODOLOGIE

Un logiciel de statistique a été utilisé pour la construction des deux diagrammes ternaires : un diagramme ayant à ces pôles sable-silt-argile (diagramme SSA) et un autre diagramme dont les pôles comprennent du gravier, du sable et de la boue (diagramme GSB). Ces diagrammes sont des triangles équilatéraux.

La construction de ces diagrammes a nécessité l'utilisation de l'échelle de Wentworth [1], la classification de Pettijohn [2] et la classification de Blatt [3]. On s'est également servi de certaines définitions de roches sédimentaires.

La classification de Wentworth [1] définit les noms des dépôts clastiques terrigènes en fonction de la taille des grains : les argiles (< 4 µm), les silts (4 µm à 63 µm), les sables (63 µm à 2 mm) et les graviers (> 2 mm). Les équivalents consolidés de ces sédiments sont respectivement : les argilites (< 4 µm), les siltites (4 µm à 63 µm), les grès (63 µm à 2 mm) et les conglomérats (> 2 mm).

Dans la classification de Pettijohn [2], on s'est intéressé à la proportion de la matrice présente dans la roche. Ainsi on a : les arénites, les **wackes** et les **mudrocks**. Dans cette classification, les arénites sont des grès propres contenant moins de 15 % de matrice, les **wackes** sont des grès qui contiennent entre 15 et 75 % de matrice et les **mudrocks** constituent des roches boueuses qui renferment plus de 75 % de matrice. La matrice ici est composée de silt et d'argile. Cette classification sera appliquée aux équivalents non consolidés (sables). Les **mudrocks** sont des pélites dont la proportion de silt et d'argile ne peut être quantifiée [6].

La dernière classification utilisée [3], établit une classification des pélites dont les équivalents non-consolidés sont appelés boues. Ce sont des dépôts constitués d'un mélange de silt et d'argile. Lorsque la proportion de silt est supérieure aux 2/3 de la proportion totale de la pélide ou de la boue, on parle de silt ou siltite. Si c'est la proportion d'argile qui est supérieure aux 2/3, on parle plutôt d'argile ou d'argilite. Par contre, si la proportion de silt ou d'argile est comprise entre 1/3 et 2/3, on parle dans ce cas de pélide (**mudstone**) ou de boue (**mud**) qui peut être soit du silt argileux soit de l'argile silteuse. On parlera de **shale** (pélite feuilletée) si ces roches présentent une fissilité. Les mots en gras ci-dessus sont des termes prêtés de l'anglais.

Pour la classification des conglomérats-grès-pélites (consolidés) ou des graviers-sables-boues (non-consolidés), on s'est appuyé sur les définitions des conglomérats qui s'intéressent à la quantité de matrice présente dans la roche. La matrice ici est constituée de sable et de boue (silt et argile). On parle de conglomérats propres ou de graviers, lorsque la quantité de matrice est inférieure à 20 %. Si la proportion est comprise entre 20 et 70 %, la roche est alors une roche mixte (graviers, sable et boue) dont le premier terme est « conglomérat ou gravier » [9]. Dans l'intervalle 70-95% de matrice, les roches mixtes (graviers, sable et boue) auront pour premier terme « grès (sable) ou pélide (boue) ». Si la quantité de la matrice est supérieure 95%, on aura soit des grès (sable), soit des pélites (boue), soit des roches mixtes composées de sable, de silt et d'argile.

### 2.1 CONSTRUCTION DU DIAGRAMME SSA

Pour la construction du diagramme SSA, le côté sable-argile est gradué en multiple de 10 et les côtés argile-silt et silt-sable en multiple de 3. On trace ensuite les traits horizontaux 85% de sable, 50% de sable et 25% de sable. Dans l'intervalle 0-85% de sable, on trace la hauteur « Sable ». Les hauteurs « Argile » et « Silt » sont également tracées dans l'intervalle 25-50% de sable. Dans l'intervalle 0-85% de sable, deux traits obliques sont tracés de part et d'autre de la hauteur « Sable ». A gauche de cette hauteur, un trait oblique débute sur l'horizontal 85% de sable à 5% (15/3) de silt et se termine sur l'horizontal 0% de sable à 33,33% (100/3) de silt. A droite de cette hauteur, un autre trait oblique débute également sur l'horizontal 85% de sable à 5% (15/3) d'argile et se termine sur l'horizontal 0% de sable à 33,33% (100/3) d'argile.

### 2.2 CONSTRUCTION DU DIAGRAMME GSB

Le diagramme GSB est gradué en multiple de 10. On trace les traits horizontaux 80% de gravier, 30% de gravier et 5% de gravier. Dans l'intervalle 0-80% de gravier, la hauteur « Gravier » et deux traits obliques sont tracés. Le premier trait oblique commence sur l'horizontal 80% de gravier à 5% (20\*25/100) de sable et se termine sur l'horizontal 0% de gravier à 25% (100\*25/100) de sable. Le deuxième trait débute sur l'horizontal 80% de gravier à 3% (20\*15/100) de boue et se termine sur l'horizontal 0% de gravier à 15% (100\*15/100) de boue. Enfin dans l'intervalle 5-30% de gravier, les hauteurs « Boue » et « Sable » sont tracées sans toutefois coupées les traits obliques.

### 3 RÉSULTATS

Les différentes tracées ont permis d'obtenir les figures 1A et 1B. Les noms des sédiments et des roches sont déterminés par l'intersection des lignes de pourcentage des trois composants que compte chaque diagramme. Trois types de roches ou sédiments sont distingués sur les deux diagrammes en fonction de la proportion granulométrique :

- Roches et sédiments propres : une seule granulométrie est prise en compte ;
- Roches et sédiments mixtes à deux éléments : deux granulométries sont concernées ;
- Roches et sédiments mixtes à trois éléments : trois granulométries sont prises en compte.

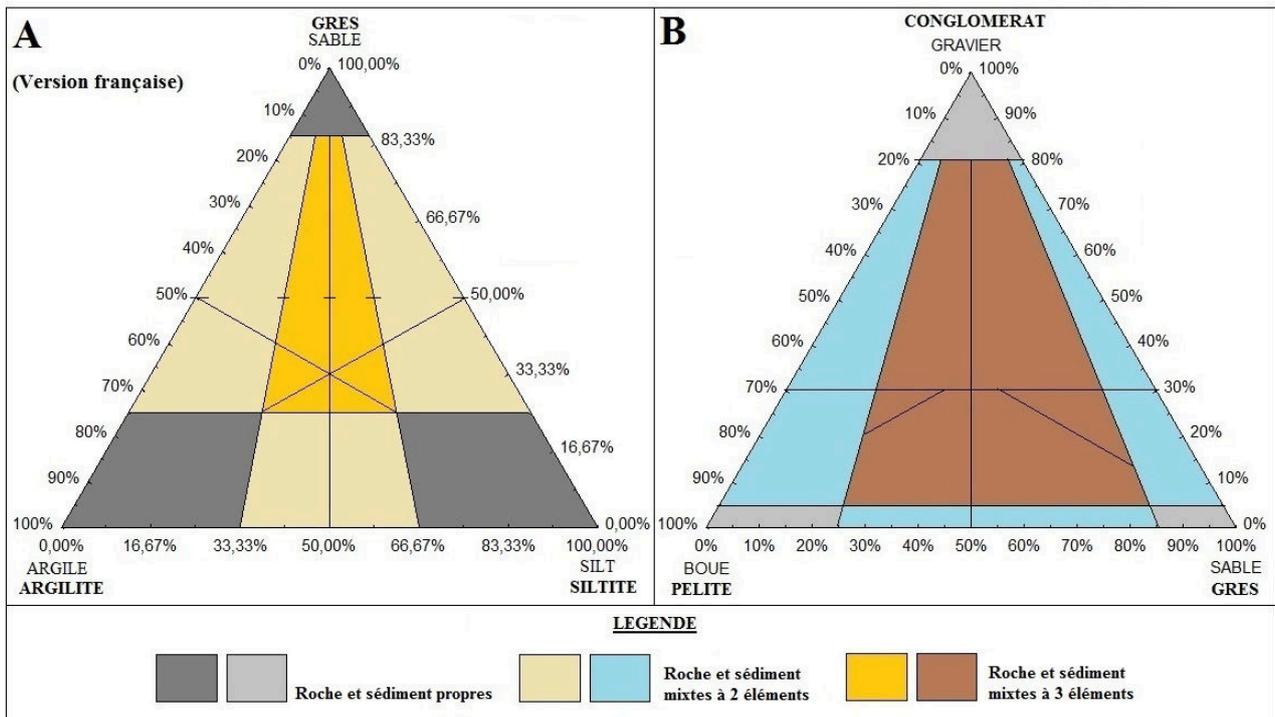


Fig. 1. A : Diagramme ternaire SSA. B : Diagramme ternaire GSB (Version française)

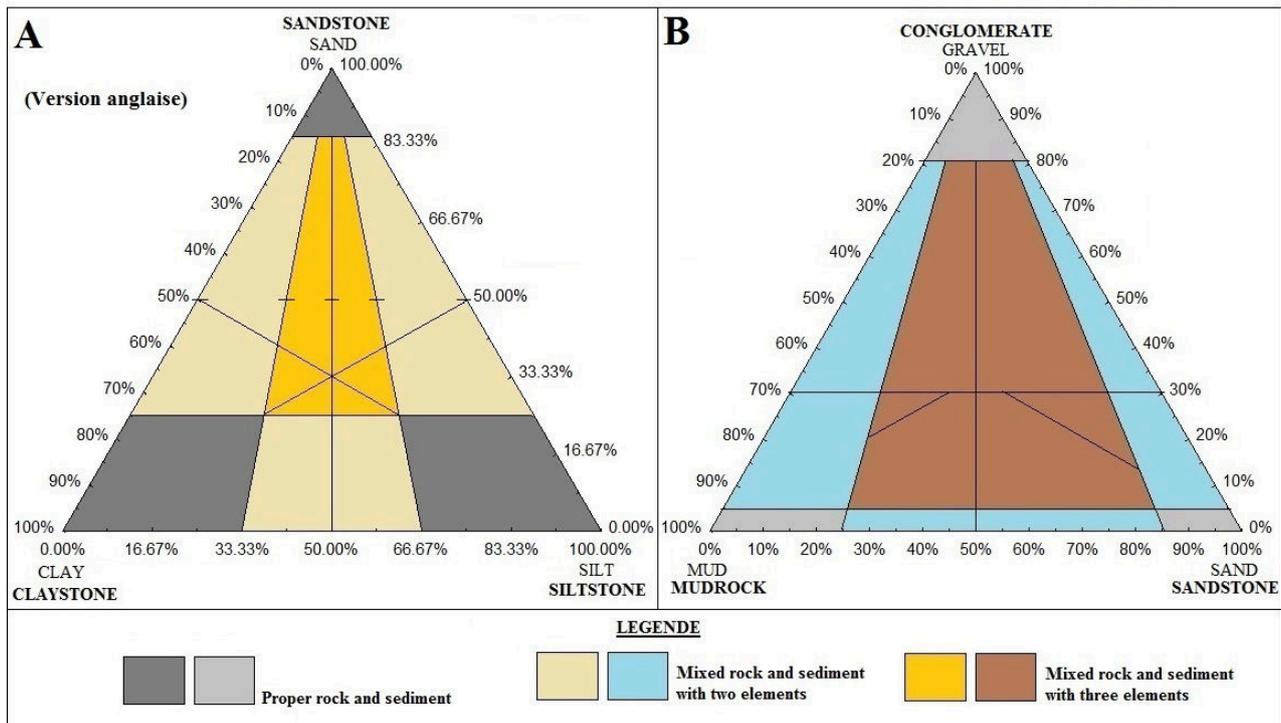


Fig. 1. A : Ternary diagram SSC. B : Ternary diagram GSM (English version)

### 3.1 DIAGRAMME SSA

Dans ce diagramme, on distingue trois (3), six (6) et six (6) catégories de sédiments et roches respectivement dans les sédiments et roches propres, les sédiments et roches mixtes à deux éléments et les sédiments et roches mixtes à trois éléments (Figure 2).

Les sédiments et roches propres sont : **Sable/Grès, Silt/Siltite et Argile/Argilites**. Les sables/Grès contiennent au plus 15% de silt et/ou d'argile. On parlera de silt/siltite ou d'argile/argilite lorsque la proportion d'un des sédiments (silt ou argile) est supérieure aux 2/3 du sédiment total (silt et argile) après extraction de la proportion de sable qui doit être inférieure à 25% dans le mélange.

Les sédiments et roches mixtes à deux éléments sont constitués de : **Sable silteux/Grès silteux, Sable argileux/Grès argileux, Silt sableux/Siltite sableuse, Silt argileux/Siltite argileuse, Argile sableuse/Argilite sableuse et Argile silteuse/Argilite silteuse**. Les sable silteux/grès silteux, silt sableux/siltite sableuse, sable argileux/grès argileux et argile sableuse/argilite sableuse présentent des proportions de sables comprises entre 25 et 85%. La proportion d'argile est négligeable dans les sable silteux/grès silteux et silt sableux/siltite sableuse si elle reste inférieure aux proportions de la droite oblique reliant les proportions 5% et 25% d'argile qui coupent respectivement les traits horizontaux 85% de sable et 25% de sable. Les sables silteux/grès silteux et les silts sableux/siltites sableuses sont séparés par la hauteur « Argile ». La proportion de silt est aussi négligeable dans les sable argileux/grès argileux et argile sableuse/argilite sableuse si elle reste inférieure aux proportions de la droite oblique reliant les proportions 5% et 25% de silt qui coupent respectivement les traits horizontaux 85% de sable et 25% de sable. Les sables argileux/grès argileux et les argiles sableuses/argilites sableuses sont différenciés par la hauteur « Silt ». Dans les silt argileux/siltite argileuse et argile silteuse/argilite silteuse, la proportion de silt ou d'argile doit être comprise entre 1/3 et 2/3 dans le sédiment total. Le pourcentage de sable reste inférieur à 25% dans ce mélange. Les silts argileux/siltites argileuses et les argiles silteuses/argilites silteuses sont différenciés par la hauteur « Sable ».

Les sédiments et roches mixtes à trois éléments comprennent : **Sable silto-argileux/Grès silto-argileux, Sable argilo-silteux/Grès argilo-silteux, Silt sablo-argileux/Siltite sablo-argileuse, Silt argilo-sableux/Siltite argilo-sableuse, Argile sablo-silteuse/Argilite sablo-silteuse et Argile silto-sableuse/Argilite silto-sableuse**. Ces sédiments et roches ont une proportion de sable comprise entre 25 et 85%. Les proportions de silt et d'argile sont supérieures aux proportions des droites obliques reliant les pourcentages 5 et 25 % de chacun des éléments (silt et argile).

Si les quantités de silt et d'argile ne peuvent être déterminées dans les roches mixtes, on aura : **Grès boueux, Pélite sableuse et Pélite**. Les grès boueux et pélites sableuses sont séparés par le trait horizontal 50% de sable. Une observation de fissilité dans les pélites donnera : argilite feuilletée ou siltite feuilletée ou encore pélite feuilletée.

Le trait horizontal 25% de sable sépare d'une part les argiles des argiles sableuses et les silts des silts sableux et d'autre part les argiles silteuses des argiles silto-sableuses et les silts argileux des silts argilo-sableux. Le trait horizontal 85% de sable sépare les sables des roches mixtes ayant pour premier terme sable.

Les traits obliques différencient d'une part les roches propres des roches mixtes à deux éléments et d'autre part les roches mixtes à deux éléments des roches mixtes à trois éléments.

Les hauteurs « Sable », « Silt » et « Argile » permettent de distinguer d'une part les différents types de roches mixtes à deux éléments et d'autre part les différents types de roches mixtes à trois éléments.

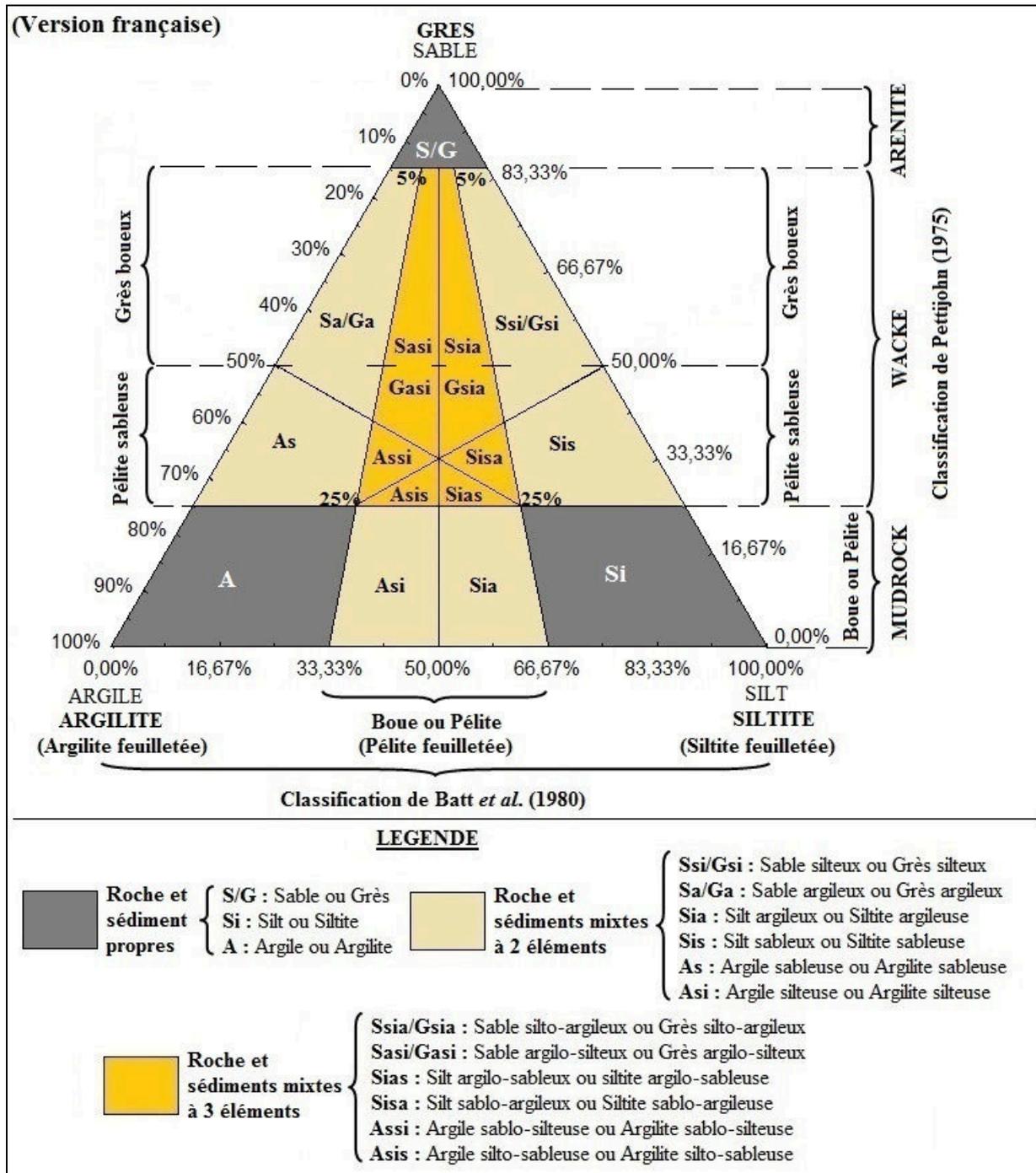


Fig. 2. Diagramme ternaire SSA de classification des sédiments et roches mixtes (sable, silt et argile – version française)

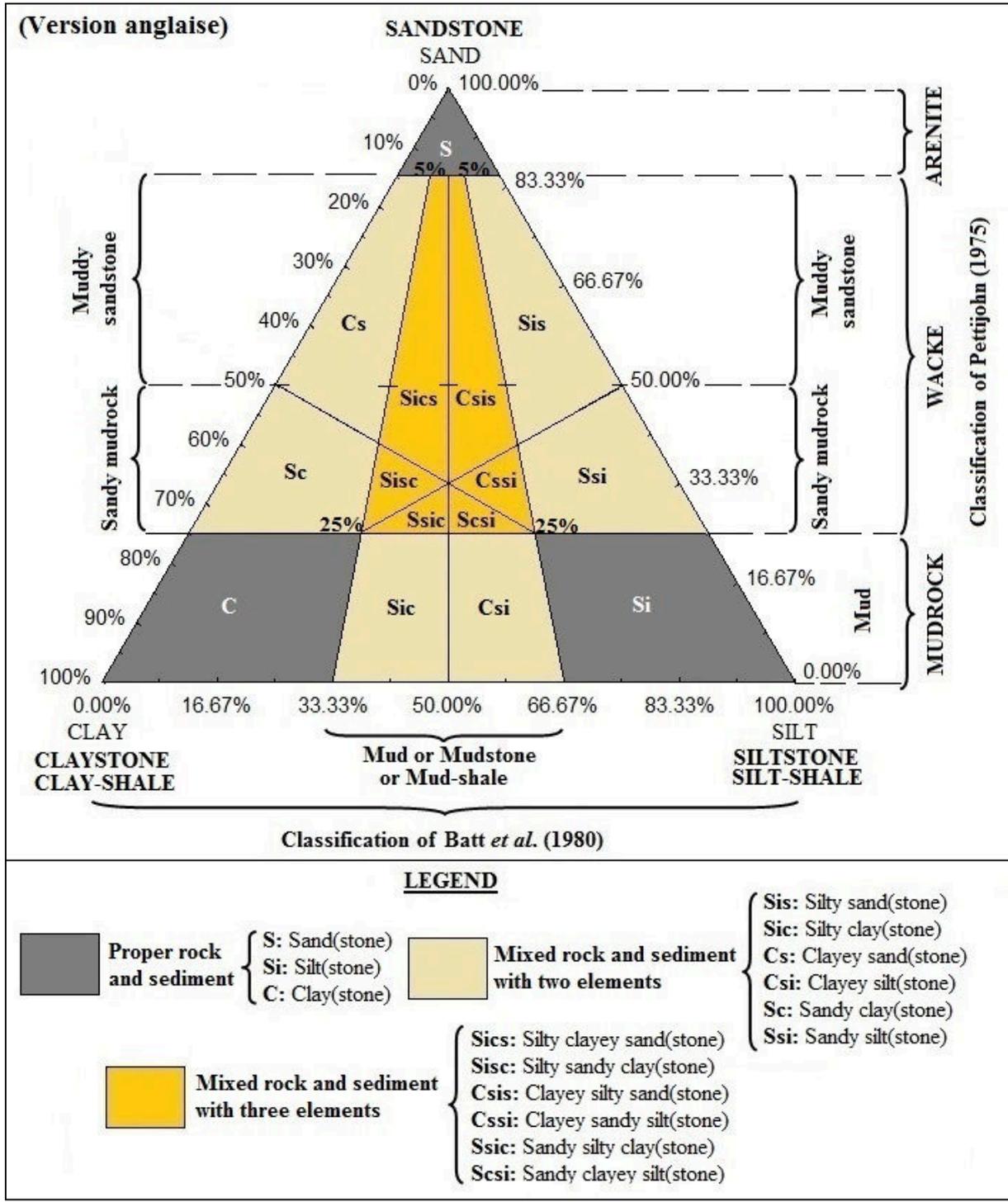


Fig. 2. Ternary diagram SSC of classification of mixed sediments and rocks (sand, silt et clay –english version)

### 3.2 DIAGRAMME GSB

On distingue également dans ce diagramme trois (3), six (6) et six (6) catégories de roches et sédiments respectivement dans les roches et sédiments propres, les roches et sédiments mixtes à deux éléments et les roches et sédiments mixtes à trois éléments (Figure 3).

Les catégories de roches et sédiments propres sont composées de : **Gravier/Conglomérat, Sable/Grès et Boue/Pélite**. Les graviers/conglomérats renferment plus de 80% de gravier dans le sédiment total. La proportion de gravier dans les sable/grès et boue/pélite doit rester inférieure à 5%. Dans les sables/grès, la quantité de boue est négligée si elle est inférieure à 15% après la soustraction du pourcentage de gravier (<5%). Au niveau des boues/pélites, la quantité de sables est aussi négligée si elle est moins de 25% après la soustraction du pourcentage de gravier (<5%).

Les catégories de roches et sédiments mixtes à deux éléments comprennent : **Gravier sableux/Conglomérat sableux, Gravier boueux/Conglomérat boueux, Sable graveleux/Grès graveleux, Sable boueux/Grès boueux, Boue graveleuse/Pélite graveleuse et Boue sableuse/Pélite sableuse**. Dans les gravier sableux/conglomérat sableux, gravier boueux/conglomérat boueux, sable graveleux/grès graveleux et boue graveleuse/pélite graveleuse, la quantité de gravier est comprise entre 5 et 80%. Le pourcentage de boue dans les gravier sableux/conglomérat sableux et sable graveleux/grès graveleux n'excède pas les proportions de la droite oblique reliant les proportions 3% et 14,25% de boue qui coupent respectivement les traits horizontaux 80% de gravier et 5% de gravier. Dans les gravier boueux/conglomérat boueux et boue graveleuse/pélite graveleuse, la proportion de sable reste inférieure aux proportions de la droite oblique reliant les proportions 5% et 23,75% de sable qui coupent respectivement les traits horizontaux 80% de gravier et 5% de gravier. Le trait horizontal 30% de gravier sépare les gravier sableux/conglomérat sableux et gravier boueux/conglomérat boueux des sable graveleux/grès graveleux et boue graveleuse/pélite graveleuse. Les sable boueux/grès boueux et boue sableuse/pélite sableuse contiennent respectivement plus de 15% de boue et plus de 25% de sable après la soustraction du pourcentage de gravier qui reste inférieur à 5% dans le mélange. La hauteur « Gravier » différencie les sables boueux/grès boueux des boues sableuses/pélites sableuses.

Les catégories de roches et sédiments mixtes à trois éléments sont : **Gravier sablo-boueux/Conglomérat sablo-boueux, Gravier bouo-sableux/Conglomérat bouo-sableux, Sable gravelo-boueux/Grès gravelo-boueux, Sable bouo-graveleux/Grès bouo-graveleux, Boue gravelo-sableuse/Pélite gravelo-sableuse et Boue sablo-graveleux/Pélite sablo-graveleuse**. Les gravier sablo-boueux/conglomérat sablo-boueux et gravier bouo-sableux/conglomérat bouo-sableux présentent une proportion de gravier comprise entre 30 et 80% de gravier. Ils sont différenciés par la hauteur « Gravier ». Dans les graviers sablo-boueux/conglomérats sablo-boueux, la quantité de boue est supérieure aux pourcentages de la droite oblique reliant les proportions 3% et 10,5 % de boue qui coupent respectivement les traits horizontaux 80% de gravier et 30% de gravier. Les graviers bouo-sableux/conglomérats bouo-sableux ont une quantité de sable supérieure aux pourcentages de la droite oblique reliant les proportions 5% et 17,5 % de sable qui coupent respectivement les traits horizontaux 80% de gravier et 30% de gravier. Dans les sable gravelo-boueux/grès gravelo-boueux, sable bouo-graveleux/grès bouo-graveleux, boue gravelo-sableuse/pélite gravelo-sableuse et boue sablo-graveleux/pélite sablo-graveleuse, la quantité de gravier est comprise entre 5 et 30%. La quantité de boue dans les sable gravelo-boueux/grès gravelo-boueux et sable bouo-graveleux/grès bouo-graveleux reste supérieure aux proportions de la droite oblique reliant les proportions 10,5% et 14,25 % de boue qui coupent respectivement les traits horizontaux 30% de gravier et 5% de gravier. La hauteur « Sable » différencie les sables gravelo-boueux/grès gravelo-boueux des sables bouo-graveleux/grès bouo-graveleux. Dans les boue gravelo-sableuse/pélite gravelo-sableuse et boue sablo-graveleux/pélite sablo-graveleuse, la quantité de sable est supérieure aux proportions de la droite oblique reliant les proportions 17,5% et 23,75 % de sable qui coupent respectivement les traits horizontaux 30% de gravier et 5% de gravier. Les boue gravelo-sableuse/pélite gravelo-sableuse et boue sablo-graveleux/pélite sablo-graveleuse sont séparés par la hauteur « Boue ».

Le trait horizontal 95% de gravier différencie d'une part les boues des boues graveleuses et les sables des sables graveleux et d'autre part les boues sableuses des boues sablo-graveleuses et les sables boueux des sables argilo-graveleux. Le trait horizontal 20% de gravier sépare les graviers des roches mixtes ayant pour premier terme gravier. Les traits obliques différencient également d'une part les roches propres des roches mixtes à deux éléments et d'autre part les roches mixtes à deux éléments des roches mixtes à trois éléments.

Les hauteurs « Gravier », « Sable » et « Boue » distinguent les différents types de roches mixtes à deux et trois éléments.

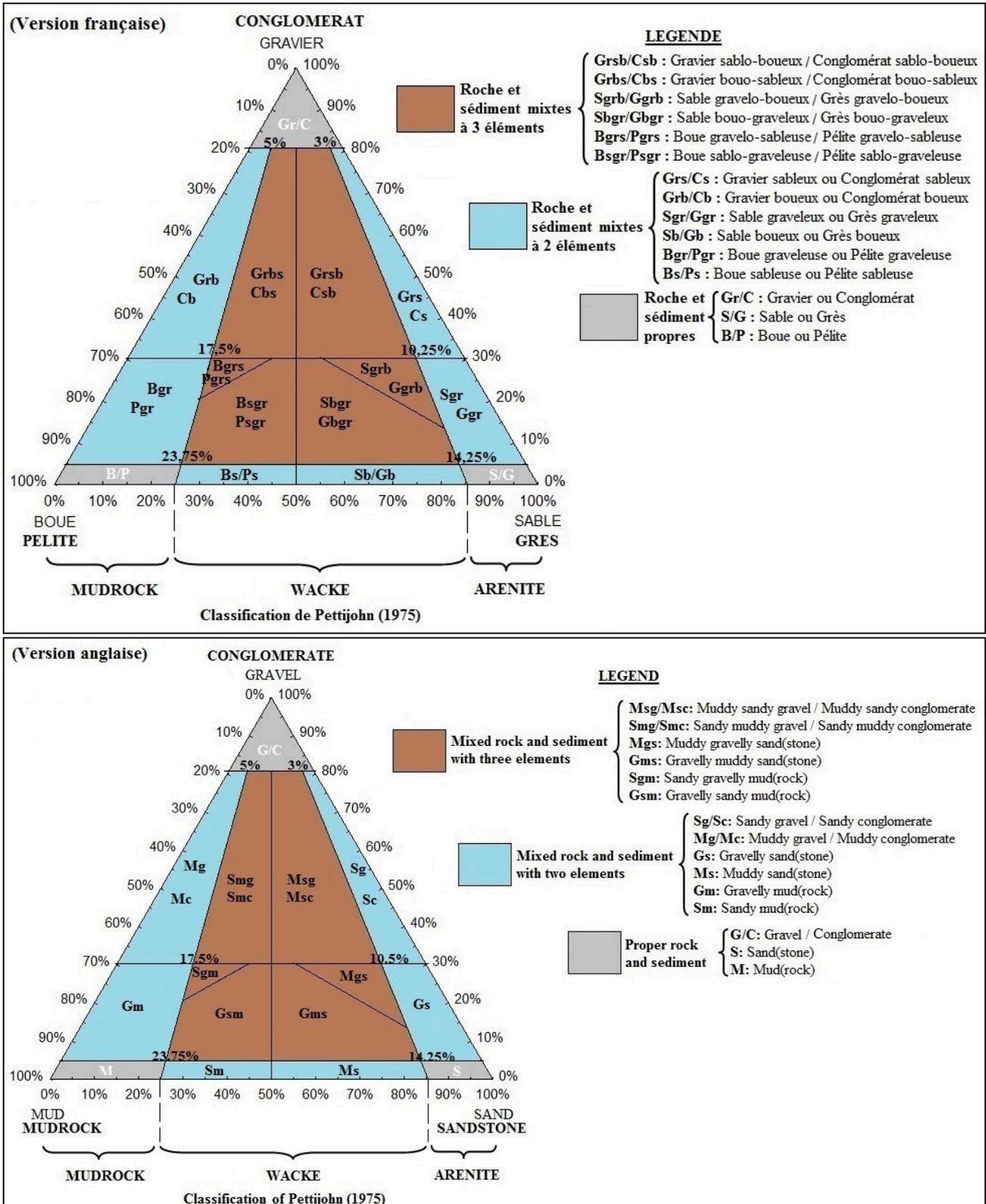


Fig. 3. Diagramme ternaire GSB de classification des sédiments et roches mixtes (gravier, sable et boue)

#### 4 CONCLUSION

Les diagrammes ternaires SSA et GSB permettent une approche quantitative de la répartition des tailles granulométriques dans les sédiments et roches sédimentaires mixtes clastiques terrigènes. Les diagrammes SSA et GSB sont des diagrammes

dont leurs trois pôles sont occupés respectivement par les sédiments « Sable », « Silt » et « Argile » et « Gravier », « Sable » et « Boue ». Ils permettent de distinguer trois types de sédiments et roches dans chaque diagramme. Ce sont : les sédiments et roches propres, les sédiments et roches mixtes à deux éléments et les sédiments et roches mixtes à trois éléments. Ces types de sédiments et roches présentent respectivement trois (3), six (6) et six (6) catégories de sédiments et roches sédimentaires.

#### **RÉFÉRENCES**

- [1] Wentworth C. K., A scale of grade and class terms for clastic sediments: *Jour. Geology*, v. 30, no, 5, pp. 377-392, 1922.
- [2] Pettijohn F. J., *Sedimentary Rocks* (3rd edition). In: *Sedimentology and stratigraphy*. Second edition. GARY N. S. Wiley-Blackwell: A John Wiley & Sons, Ltd., Publication 111 River Street, Hoboken, USA, pp. 5-86, 1975.
- [3] Blatt, H., Middleton, G.V. & Murray, R.C., *Origin of Sedimentary Rocks* (2<sup>nd</sup> edition). Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 782 p, 1980.
- [4] Aplin C. A., Fleet J. A. & Macquaker S. H. J., 1999. *Muds and Mudstones: physical and fluid-flow properties*. Geological Society Special Publications, No. 158, London, 190p.
- [5] Maurice E. T., *Sedimentary Rocks in the Field*. Third EDITION. Department of Geological Sciences University of Durham, UK. John Wiley & Sons Ltd, England, 234p, 2003.
- [6] Gary N. S., *Sedimentology and stratigraphy*. Second edition. Wiley-Blackwell: A John Wiley & Sons, Ltd., Publication 111 River Street, Hoboken, USA, pp 21-22, 2009.
- [7] Assalé F. Y. P., *Caractérisation sédimentologique, palynologique, géochimique et paléoenvironnementale des formations connexes à la faille des lagunes (Est du bassin onshore de Côte d'Ivoire)*. Thèse Doctorat univ. Univ. F.H.B, Côte d'Ivoire, 361p, 2013.
- [8] Assalé F. Y. P. & Aka K., 2016. *Péetrographie des muddy sandstones ferrugineux du Miocène de Bingerville*. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, vol. 24 No. 2 Jun. 2016, pp. 347-358.
- [9] Gerard V. M., *Encyclopedia of Earth Sciences Series: Encyclopedia of sediments and sedimentary rocks*. Edition Springer, Canada, pp 132-134, 2003.