

Voici un résumé des principaux points tirés des sources fournies :

- **Impact Financier de la Foudre :** La foudre cause des dommages électriques considérables. Aux États-Unis, les pertes annuelles dues aux éclairs s'élèvent à des milliards de dollars. Les dommages aux maisons américaines sont estimés à 1 milliard de dollars par an, avec des réclamations d'assurance dépassant souvent ce montant ; par exemple, en 2022, les réclamations liées à la foudre s'élevaient à 952 millions de dollars, et en 2023, les paiements ont atteint 1,2 milliard de dollars. L'impact économique total sur les entreprises et les industries est encore plus élevé, estimé entre 8 et 10 milliards de dollars annuellement, incluant les temps d'arrêt opérationnels et la destruction d'actifs.
- **Distinction entre Systèmes de Terre :** Il est crucial de ne pas confondre le système de terre des électriciens (normes et réglementations des installations électriques domestiques) avec les protections des pylônes de transmission de signaux RF, même s'il peut y avoir une certaine relation entre eux. Un système de terre ne protège pas nécessairement les équipements RF (émetteurs, récepteurs, etc.). Il est possible d'avoir une protection complète des TX et RX sans système de terre, comme le démontrent de nombreux cas réels (avions, pylônes installés sur la roche, sommet d'un bâtiment, etc.). Cependant, cette situation n'est pas idéale. Les systèmes de terre sont généralement utilisés pour **protéger le personnel** afin d'éviter d'éventuelles électrocutions.
- **Concept d'Impédance :**
 - L'impédance (symbole Z) est l'opposition que présente un circuit ou une partie d'un circuit au passage du courant électrique. Elle inclut la résistance et la réactance et est habituellement exprimée en ohms.
 - L'impédance peut être exprimée comme $Z = \text{Résistance} + (j) \cdot \text{Réactance}$.
 - La résistance existe (presque) toujours, aussi faible soit-elle, et se calcule généralement par la loi d'Ohm.
 - La réactance n'est pas obligatoire. Elle provient du comportement, dans certaines conditions, de deux éléments : le condensateur et la bobine (self).
 - La bobine s'oppose à la variation de courant (action/réaction), et cette opposition crée une "résistance" appelée réactance.
 - Il est important de noter qu'en résonance, il n'y a pas de réactance.
- **Éléments Clés pour les Systèmes de Protection :** Pour mieux comprendre les systèmes de protection, il est essentiel de :

- Maîtriser les notions fondamentales d'électricité (impédance, réactance, inductance, résistance, capacitance, etc.).
 - Regarder les systèmes de protection comme des éléments radioélectriques (haute fréquence > 100 KHz) et non pas comme des électriciens (50/60 Hz).
 - Apprendre, lire, s'instruire, se former, plutôt que d'apprendre en détruisant des équipements.
 - Ne surtout pas copier les mauvais exemples d'installations existantes.
 - Il est impératif d'utiliser exclusivement des **conducteurs à très faible inductance**.
- **Risques de Haute Tension :** Des calculs montrent qu'une inductance faible peut générer des tensions très élevées en cas de foudre. Par exemple, une inductance de 28μH soumise à un courant de 18000A variant sur 2μS peut générer une tension de 252 kV. Le couplage mutuel entre un pylône et un câble coaxial avec un courant de 18000 A en 2μS peut également générer des tensions très élevées, de l'ordre de 80,1 kV.
 - **Dispositifs de Protection :**
 - Le **TMOV (Thermally Protected Metal Oxide Varistor)** est un excellent supprimeur de transitoires. Il est testé à 1600 V – 800 A avec une impulsion de 8/20 μS.
 - Un **filtre EMI** est en fait un filtre passe-bas.
 - Il est possible de combiner un tube à gaz et des varistances pour tirer parti des avantages de chaque dispositif.